Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Hautdrüsen der einheimischen anuren Batrachier auf ökologischer Grundlage

---

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

genehmigt von der

Philosophischen Fakultät der Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin

Von

ESTERA TENENBAUM

aus Warschau

Tag der Promotion: 24. 7. 1929

Stuttgart 1930

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung

(Erwin Nägele) G. m. b. H.

Erschienen in „Zoologica“ Heft 78.

(E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Erwin Nägele, G. m. b. H., Stuttgart.)

Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Hautdrüsen der einheimischen anuren Batrachier auf ökologischer Grundlage

---

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

genehmigt von der

Philosophischen Fakultät der Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin

Von

ESTERA TENENBAUM

aus Warschau

Tag der Promotion: 24. 7. 1929

Stuttgart 1930

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung

(Erwin Nägele) G. m. b. H.

Referenten:

Prof. Dr. Hesse.

Prof. Dr. Zimmer.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Druck von Ernst Klett, Stuttgart.

Inhaltsverzeichnis.

Seite

Einleitung 5

Untersuchungsmethoden 6

I. Teil 7
1. *Rana fusca* und *esculenta* 7
2. *Bombinator igneus*, *Alytes obstetricans* und *Pelobates fuscus* 13
3. *Bufo vulgaris*, *B. viridis* und *B. calamita* 18

Zusammenfassung des I. Teiles 19

II. Teil. Das Verhalten der Schleimdrüsen in den verschiedenen Jahreszeiten 21

Allgemeines.
1. *Rana fusca* 22
2. *Rana esculenta* 26

Zusammenfassung des II. Teiles 27

III. Teil. *Hyla arborea* L. 28

Allgemeines.
Die Gift- und die Schleimdrüsen 31
Die Drüsen der dritten Art 33
Der Ausführungsgang der Rückenhautdrüsen 34
Der Drüsenhals 39
Der Verhornungs- und Häutungsvorgang 43
Die Drüsen der Bauchhaut 44
Die Regenerationsprozesse 48
Das Experiment 50

Zusammenfassung des III. Teiles 54

Literaturverzeichnis 56

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547615_0049

Einleitung.

Über die Hautdrüsen der ungeschwänzten Amphibien liegt eine sehr umfangreiche Literatur vor. Trotzdem gibt es kaum einen Punkt, wie das G a u p p und W i n t e r s t e i n in ihren zusammenfassenden Werken betonen, über den völlige Klarheit herrscht. Ich glaube, einen ausführlichen geschichtlichen Überblick an dieser Stelle unterlassen zu dürfen, da solche in den letzten Jahren des öfteren gegeben wurden, und verweise diesbezüglich auf die Werke von G a u p p, N i r e n s t e i n und W i n t e r s t e i n.

Es muß vorweggenommen werden, daß bisher nur einzelne der einheimischen Anurenarten einer eingehenderen Untersuchung unterzogen wurden, und zwar hauptsächlich von den *Rana*-Arten die *R. fusca* und *esculenta* und von den Kröten die häufigste, *Bufo vulgaris*.

Von L e y d i g sind bei der Bearbeitung der Hautdecke der verschiedenen Amphibienarten auch die Hautdrüsen berücksichtigt worden. Seine Angaben beziehen sich aber höchstens auf die Verteilung bezw. Anhäufung der Drüsen an verschiedenen Hautstellen und auf die Form der Drüsenbeutel.

Im allgemeinen wurde öfters hervorgehoben, daß den Drüsen aller Amphibienarten nur ein Bautypus zukommt, und zwar der einfach-alveoläre (abgesehen von den wenigen Fällen schlauchförmig modifizierter Drüsen); auf nähere Einzelheiten ist aber kaum eingegangen worden.

Indessen dürften sogar die kleinsten Abweichungen im Bau der gesamten Drüsen bei den verschiedenen Arten nicht ganz ohne Bedeutung sein; sie können aber nur durch eine vergleichend anatomische Untersuchung möglichst vieler Anurenarten mit aller Schärfe festgestellt werden. Selbstverständlich werden es oft Unterschiede rein formaler Natur sein, die als artspezifische Eigenschaften angesehen werden müssen. Andererseits besteht aber die Möglichkeit, daß dieses oder jenes unterscheidende Merkmal in enger Beziehung zu der besonderen Lebensweise der betreffenden Art steht. Unter solchen ökologischen Gesichtspunkten sollen im folgenden die Drüsen der einheimischen anuren Batrachier untersucht werden.

Die seit vielen Jahren im Mittelpunkt des wissenschaftlichen Interesses stehende Frage, ob die Drüsen der Amphibienhaut zwei morphologisch verschiedene Formen, oder nur verschiedene Phasen eines und desselben Typus darstellen, ist noch heutzutage unentschieden. G a u p p glaubt sie dahin beantworten zu müssen, daß „beide Drüsenarten nur Modifikationen eines und desselben Typus darstellen", wohl aber nicht eine jede „Giftdrüse nur ein reguläres Alters- oder Funktionsstadium einer jeden Schleimdrüse sei". Seitdem ist diese Frage für die Anuren von M u h s e wieder aufgerollt worden. Er gibt seinen Standpunkt in folgenden Worten wieder: „There is no evidence that the poison glands are developed in any way except through the socalled mucous glands, which are nothing more nor less than young immature poison glands."

In der vorliegenden Arbeit wird an der Unterscheidung von Schleim- und Giftdrüsen festgehalten, ohne auf die eben erwähnte, theoretisch sehr wichtige Frage einzugehen. Dies geschieht aus dem Grunde, daß für die engumschriebene ökologische Fragestellung dieser Untersuchungen die Drüsen,

wie sie in der Haut von erwachsenen Anuren vorkommen, nur als Produzenten des Schleim- oder Giftsekretes von Bedeutung sind.

Daß für die Art dieser Untersuchungen auch die Zahl der Drüsen in verschiedenen Körperbezirken von größter Bedeutung sein dürfte, scheint ohne weiteres klar zu sein. Bisher sind Zählungen der Hautdrüsen nur bei *R. fusca* von Engelmann ausgeführt worden. Die von ihm angeführten Zahlen beziehen sich auf einzelne Quadrate der Bauchhaut in verschiedenen Körperbezirken. Trotz der großen Schwankungen der Drüsenzahl sogar an benachbarten Hautstellen stellt Engelmann einen Mittelwert auf, mit dessen Hilfe er die Gesamtzahl der Drüsen berechnet. Es scheint mir dieses Verfahren infolge der großen Schwankungen der Drüsendichtigkeit die Gefahr großer Ungenauigkeit in sich zu tragen.

In folgendem sollen daher nur Resultate der Zählungen in einzelnen Hautbezirken angegeben werden, wobei als maßgebendes Vergleichsmoment die Drüsenzahl einer kleinen Flächeneinheit (1 qmm) betrachtet werden soll. Dieses Vorgehen ist vielleicht vom Standpunkt unserer Arbeit um so mehr berechtigt, als die wechselreichen Beziehungen zwischen der Beschaffenheit der Haut (Verdunstung) und den physikalischen Bedingungen der Umwelt (Feuchtigkeitsgrad) selbst in der kleinsten Hauteinheit in gewissen Grenzen ihren Ausdruck finden müssen. Hierbei scheinen mir nicht die Mittelwerte, sondern die maximalen und minimalen Zahlen von Bedeutung zu sein. Die Zahlen würden kaum von größerem Interesse sein, wenn man sie nur als absolute Werte einzeln für jede Art betrachten wollte. Dagegen kann ihnen eine besondere Bedeutung durch das Gegenüberstellen verschiedener Arten erwachsen.

Dem ökologischen Gesichtspunkt dieser Arbeit entsprechend, darf noch ein Umstand nicht umgangen werden, nämlich das Verhalten der Hautdrüsen im Jahreszyklus. In dieser Richtung wurden von mir nur die während des ganzen Jahres hindurch zugänglichen Arten bearbeitet.

Im Zusammenhang mit der eben aufgeworfenen Frage soll noch die nach dem Drüsenersatze in den Fällen, wo sichere Anhaltspunkte gefunden werden konnten, erörtert werden.

Untersuchungsmethoden.

Für histologische Untersuchungen wurde die Haut jedes untersuchten Tieres z. T. in Zenkerscher Lösung, z. T. in 4% Formaldehyd fixiert, doch sind hauptsächlich die nach Zenker behandelten Stücke bearbeitet worden.

Von Färbungsmethoden wandte ich Hämalaun-Eosin für Übersichtspräparate, für genauere Untersuchungen: Hämatoxylin (nach Heidenhain) — Lichtgrün, Hämatoxylin — Bordeaux R. und schließlich die für die Schleimdrüsenuntersuchungen unumgängliche Hämatoxylin-Mucikarminfärbung mit nachträglicher Behandlung des Plasmas mit Lichtgrün an.

Zur Drüsenzählung habe ich mich des Leitz'schen 1 mm-Netzmikrometers bedient. Da das Zählen durch den Umstand außerordentlich erschwert wurde, daß die dunklen Teilstriche des Mikrometernetzes von den Pigmentmassen der Haut in der Mehrzahl der Fälle sich kaum abhoben, habe ich nach der bei Ascherson (1840) angegebenen Methode die oberste Epidermisschicht abgezogen. Zu diesem Zweck wurde das getötete Tier für 24 Stunden in eine 10% Kochsalzlösung eingelegt.

Danach ließ sich bei genügender Vorsicht die oberste Epidermisschicht im ganzen abmarzerieren. Aus diesen mit Boraxkarmin etwas angefärbten Stücken wurden Glyzerinpräparate angefertigt, die für die Zählungsuntersuchungen vollkommen ausreichten.

Nach den eben angegebenen Methoden sind von mir die einheimischen *R. fusca* und *esculenta*, *Pelobates fuscus*, *Bombinator igneus* und *Alytes obstetricans*, *Bufo calamita*, *B. viridis* und *B. vulgaris* und schließlich *Hyla arborea* bearbeitet worden.

I. Teil.

Rana fusca und esculenta.

Auf die Lebensweise der beiden *Rana*-Arten soll hier nicht eingegangen werden, da sie zur Genüge bekannt ist und neuerdings von Zepp ergänzend besprochen wurde. Letzterer hat auf die beträchtlichen Unterschiede hingewiesen, die in der Ausbildung der Lederhaut bestehen. Mit Recht hebt er hervor, daß die lockere Lederhaut der Rückenpartie bei *R. fusca* außer an den Seitenwülsten auch sonst stärker ausgebildet ist als das Str. compactum. Dagegen muß für die Angabe, daß bei *R. esculenta* das Stratum spongiosum ähnlich dem von *R. fusca* wäre, die Einschränkung gemacht werden, daß sie nur für die Seitenwülste Geltung hat. In anderen Rückenhautbezirken ist die lockere Lederhaut in bedeutend geringerem Maße als beim Grasfrosch ausgebildet. Dieses ist für unsere Ausführungen insofern von Bedeutung, als eine enge Abhängigkeit zwischen der Stärke der lockeren Lederhaut und den Ausmaßen der in ihr eingebetteten Drüsenbeutel besteht.

Tabelle 1.

Schleimdrüsen bei *Rana*:

fusca			*esculenta*		
	Drüsenbeutel			Drüsenbeutel	
	Länge	Breite		Länge	Breite
1. Fixiert am 4. XI.	128 μ	161,6 μ	1. Fixiert am 20. XI.	32 μ	64 μ
	128 „	160 „		64 „	96 „
	129,6 „	192,6 „		64 „	66,5 „
	160 „	194,5 „		64 „	128 „
	129,6 „	192,6 „		64,3 „	96,6 „
	97,6 „	129,2 „		34,5 „	32,6 „
	32 „	65,6 „ (junge Dr.)		28,8 „	33,9 „ (junge Dr.)
	128 „	160 „		33,6 „	98,5 „
	96 „	192 „		33,2 „	98,2 „

	Drüsenbeutel			Drüsenbeutel	
	Länge	Breite		Länge	Breite
2.	96 μ	128 μ	2.	160 μ	161,9 μ
Fixiert	129,6 „	129,6 „	Fixiert	97,6 „	98,5 „
am	224 „	129,6 „	am	160 „	162,2 „
2. II.	226,2 „	161,6 „	23. II.	64 „	65,6 „
	225,6 „	160 „		130,2 „	128,9 „
	224 „	161,6 „		160 „	97,6 „
	160 „	192 „		129,9 „	161,6 „
	160,6 „	161,6 „		128 „	130,2 „
	128 „	98,2 „		130,2 „	97,6 „
	97,6 „	98,5 „		130,5 „	162,2 „

Aus der Tabelle geht hervor, daß die Durchschnittsgrößen (besonders in der Längsachse) bei *R. fusca* höher sind als bei *R. esculenta*. In welcher Beziehung die Drüsengrößen zu den verschiedenen Jahreszeiten stehen, wird weiter unten erörtert. Von besonderem Interesse ist das Verhalten des Drüsenhalses bei den beiden *Rana*-Arten. Der Drüsenhals, „ein von älteren Autoren nicht genauer beschriebener Teil aller Drüsen" (Junius), ist auch heute noch nicht in seiner ganzen Bedeutung gewürdigt worden. Wenn in dem zusammenfassenden Werke von G a u p p das Halsstück als „ein kurzer im Corium liegender Abschnitt" bezeichnet wird, so trifft das wohl für die dem Werke zugrunde gelegte *R. esculenta* zu. Beim Vergleich mit anderen Froscharten ergibt sich aber, daß der Drüsenhals bei jeder einzelnen Art eine bestimmte, in gewissen Grenzen konstante Durchschnittslänge aufweist. Da es gerade dieser Teil der Drüse ist, der die Verbindung mit der Außenwelt herstellt, könnte vielleicht sein wechselndes Verhalten in Abhängigkeit von ökologischen Faktoren stehen.

In der folgenden Tabelle sind als Beispiel 3 Tiere beider Arten in dieser Hinsicht verglichen worden.

Es ergibt sich, daß bei *R. fusca* der Drüsenhals im Durchschnitt länger ist als bei *esculenta* (Tab. 2).

Oft ist aber der verkürzte Drüsenhals beim Wasserfrosch im Durchschnitt etwas breiter als beim Grasfrosch. Wenn verschiedentlich behauptet worden ist, daß den kleinen Drüsen ein kürzerer, den größeren ein längerer Hals zukommt, so mag dies einigermaßen für die Giftdrüsen zutreffen, die sich im allgemeinen durch einen längeren Hals auszeichnen, keinesfalls aber für die Schleimdrüsen. Oft liegen die Verhältnisse umgekehrt, und es läßt sich dafür überhaupt keine allgemeine Regel aufstellen. Es könnte hier der Einwand erhoben werden, daß der kürzere Hals der Drüsen beim Wasserfrosch in Zusammenhang mit dem im Durchschnitt kleineren Drüsenbeutel gebracht werden müßte. Dagegen scheint aber die Tatsache zu sprechen, daß an den Seitenwülsten, wo das Str. spongiosum sich weit nach unten ausdehnt, sogar an den größten hier auftretenden Schleimdrüsen keine Verlängerung des Drüsenhalses zu bemerken ist.

In der Größe der Drüsenepithelzellen konnte ich zwischen den beiden Arten keinen Unterschied feststellen. Dagegen sind die einzelnen, den Drüsenbeutel umhüllenden Muskelzellen (besonders der Schleimdrüse) bei *R. fusca* im Durchschnitt dicker als bei *esculenta* (vergl. Fig. 1 und 2).

Tabelle 2.

Drüsenbeutel- und Halslängen von *Rana*:

fusca				*esculenta*			
Datum	Mittelwert d. Halslänge	Drüsenbeutel	Halsstück	Datum	Mittelwert	Drüsenbeutel	Halsstück
1. VIII.		32 μ	25,6 μ	5. X.		32 μ	16 μ
		32 ,,	25,6 ,,			34,5 ,,	16 ,,
		32 ,,	22,4 ,,			28,8 ,,	12,8 ,,
		32 ,,	22,4 ,,			32,6 ,,	16 ,,
		64 ,,	33,6 ,,			19,2 ,,	12,8 ,,
	25,4 μ	32,6 ,,	32 ,,		14,7 μ	32 ,,	12,8 ,,
		32 ,,	16 ,,			32 ,,	16 ,,
		32 ,,	22,4 ,,			33,9 ,,	12,8 ,,
		33,6 ,,	32 ,,			64 ,,	16 ,,
		32 ,,	22,4 ,,			129,6 ,,	16 ,,
5. IX.		96 μ	22,4 μ	19. X.		66,8 μ	19,2 μ
		34,2 ,,	25,6 ,,			128 ,,	22,4 ,,
		33,6 ,,	19,2 ,,			96,6 ,,	22,4 ,,
		64,6 ,,	22,4 ,,			32,6 ,,	22,4 ,,
		32,6 ,,	22,4 ,,			64 ,,	22,4 ,,
	21,1 μ	32,6 ,,	22,4 ,,		19,8 μ	128 ,,	22,4 ,,
		130,5 ,,	19,2 ,,			96,3 ,,	22,4 ,,
		64 ,,	19,2 ,,			64 ,,	12,8 ,,
		34,2 ,,	19,2 ,,			96 ,,	16 ,,
		33,2 ,,	19,2 ,,			64 ,,	16 ,,
2. II.		160 μ	32 μ	23. II.		97,6 μ	22,4 μ
		225,6 ,,	32 ,,			97,6 ,,	16 ,,
		33,6 ,,	32 ,,			32 ,,	22,4 ,,
		160 ,,	22,4 ,,			97,6 ,,	12,8 ,,
		96,9 ,,	32 ,,			96 ,,	3,2 ,,
	28,5 μ	97,6 ,,	19,2 ,,		13,5 μ	32 ,,	16 ,,
		96,9 ,,	28,8 ,,			160 ,,	6,4 ,,
		12,8 ,,	32 ,,			65,9 ,,	12,8 ,,
		128 ,,	32,3 ,,			65,6 ,,	9,6 ,,
		160,9 ,,	22,4 ,,			162,5 ,,	9,6 ,,

Die Drüsenzahlen.

Die Zählung der Drüsen wurde immer an mehreren Tieren vorgenommen, da von vornherein mit gewissen Alters- wie Individualschwankungen zu rechnen war. Die Zahlen wurden nur dann zu einem Mittelwert zusammengezogen, wenn in den benachbarten Meßquadraten keine besonders großen Schwankungen vorhanden waren.

Tabelle 3.

Drüsenzahlen für 1 qmm der Haut bei jungen *Rana*: *fusca* und *esculenta* (2,5—3 cm).

1. Schnauze (Rückenseite). . . . 62, 58, 47	Schnauze (Rückens.) . . 101, 82, **141**, 116, 100, 103
2. Rumpfmitte (dorsal) 67, 71, 66, 55	Rumpfmitte (dorsal) . . 73, 53, 47
3. Am hinteren Körperende, Mittl. 32	Am hinteren Körperende, Mittl. 29
4. Schnauze (Ventrals.) 48, 67, 49, 58, 72	Pigmentfleck in der 2. Rückenhälfte **73**, 53, 47

Textfig. 1. Kopfhaut eines jungen Wasserfrosches.

Aus der Tabelle ist zu entnehmen, daß beim jungen Wasserfrosch im Gegensatz zu dem gleich großen Grasfrosch eine Anhäufung der Drüsen in der Kopfhaut zu verzeichnen ist. Hand in Hand mit dieser Erscheinung ist eine besonders starke Pigmentierung dieses Hautbezirkes bemerkbar, wobei das dunkelste Meßquadrat die größte Drüsenzahl aufweist (Textfig. 1). Auch bei erwachsenen, geschlechtsreifen Tieren lassen sich außer geringen Schwankungen in benachbarten Meßquadraten auch solche von beträchtlichen Werten feststellen. Es handelt sich auch dann immer um die nächste Umgebung eines Pigmentfleckes, wobei die am stärksten pigmentierten Quadrate die höchste Drüsenzahl aufweisen. In der folgenden Tabelle sind die Drüsenzahlen solcher Pigmentflecke fett gedruckt worden.

In der Haut von *R. fusca* sind Pigmentflecke regellos und sehr zerstreut vorhanden. Bei *R. esculenta* dagegen sind die dunklen Flecke, die auf eine Pigmentierung des Coriums und der darüber liegenden Epidermis zurückzuführen sind, konstant und stabil, wenigstens für einen großen Teil des Lebens vorhanden (Ciaccio; Jarisch nach Gaupp). Im Zusammenhang damit lassen sich beim Wasserfrosch viel größere Schwankungen der Drüsenzahl in der Rückenhaut beobachten als beim Grasfrosch.

Tabelle 4.

Drüsenzahlen für 1 qmm der Haut bei erwachsenen *R. fusca*-Individuen.

Rf. 1.	Kopfhaut (an der Schnauze)	Mittl. 33
	1. Rückenhälfte	Mittl. 33
	Kehlhaut	Mittl. 25
Rf. 2.	Kopfhaut (an der Schnauze)	Mittl. 36
	Kehlhaut	Mittl. 40
Rf. 3.	Kopfhaut (an der Schnauze)	39, 39, 44, 38, **44**, **50**, 43, 39
	Pigmentfleck in der 1. Rückenhälfte	32, **45**, 36, 31, 35, 32, 31, 33

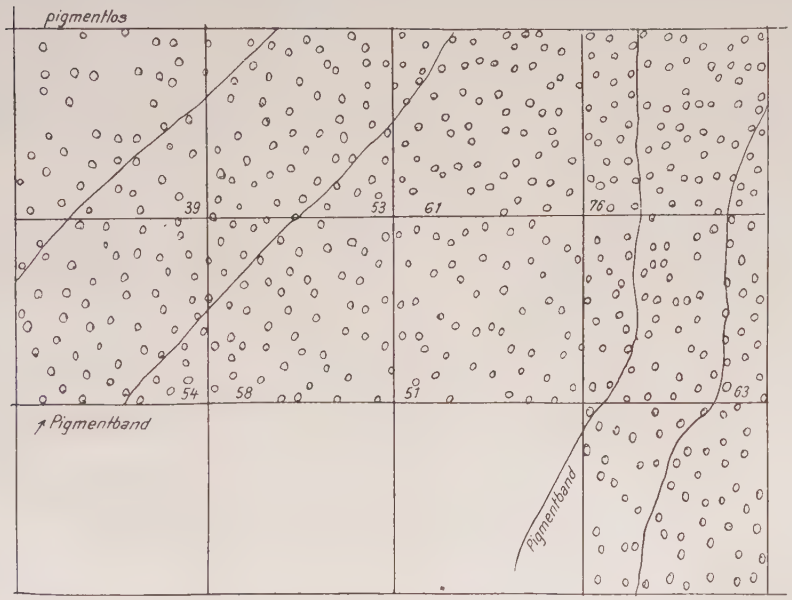
Tabelle 5.

Drüsenzahlen für 1 qmm der Haut bei erwachsenen *R. esculenta*.

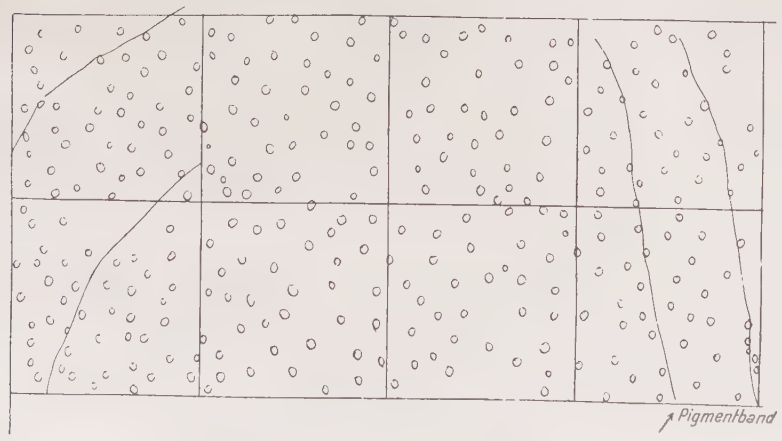
Tier 1.	Kopfhaut (von der Schnauze an)	Mittl. 42
	Schnauze (Ventralseite)	49, 40, 40, 52, 45, 34, 45, 45, 34
	Kehlhaut	51, 40, 45, 39
Tier 2.	Kopfhaut (von der Schnauze an)	Mittl. 31
	Winkel zwischen den Pigmentbändern an der Schnauzenseite	45, 40, 35, 34, 44, 35, 36, 35
	Kleiner Pigmentfleck in der ersten Rückenhälfte	52, 49, 47, 46, 48, 45, **60**, **59**, 54, 52
	Großer Pigmentfleck in der ersten Rückenhälfte	30, 47, **61**, **62**, 48, 46, 31, 41, 49, 37, 28
	Pigmentstreifen am hinteren Körperende . .	29, 34, **52**, 35, 38
	Am hinteren Körperende.	Mittl. 19
	Schnauze (Ventralseite)	Mittl. 57
	Untere Kehlpartie.	Mittl. 55
Tier 3	(etwas kleiner) Kopfhaut (von der Schnauze an)	Mittl. 64
	Winkel zwischen den Pigmentbändern an der Schnauzenseite	39, **53**, 61, **76**, **54**, 58, 51, **63**
	Erste Rückenhälfte	40, 49, 60, 53, 59, 53

Die Zahlen der Tabelle beweisen, daß, wenn auch bei *R. esculenta* vielfach in einem qmm der Haut dieselben Werte, wie bei *R. fusca* vorkommen, trotzdem im allgemeinen dem Wasserfrosch eine größere Drüsenzahl zukommt.

Von besonderem Interesse scheinen die Zahlenverhältnisse um einen Pigmentfleck zu sein. Es zeigt immer in diesen dunklen Flecken die in der Mitte liegende, am dunkelsten gefärbte Stelle die größte Drüsenzahl. Nach der Peripherie des Kreises zu nimmt die Drüsenzahl Hand in Hand mit der Pigmentierung ab. In dieser Weise entsteht zwischen dem Hauptpigmentfeld und den benachbarten Stellen ein Gefälle der Drüsenzahlen. Dieses ist auffallenderweise sogar in eng benachbarten Hautbezirken, je nachdem, ob ein kleiner oder großer Pigmentfleck vorliegt, verschieden groß. In den kleineren Pigmenthaufen ist die hohe Drüsenzahl nicht nur auf den eigentlichen Kern des dunklen Fleckes beschränkt, sondern auch in einigen benachbarten Gesichtsfeldern feststellbar; in den großen bricht sie nach höchstens 2 qmm plötzlich ab. (Siehe Tabelle 5 unter 2.) Es erweckt durchaus den Eindruck, daß hier ein Zusammenhang mit dem Flächenwachstum der Haut vorliegt, da jeder große Pigmentfleck aus einem kleinen hervorgegangen ist. Dafür scheinen die Verhältnisse in der stark pigmentierten Kopfhaut des jungen Frosches ebenso zu sprechen, wie die Zahlen, die sich aus dem Vergleich identischer, von Pigmentbändern eingefaßter Stellen der seitlichen Schnauzengegend zweier verschieden großer Tiere ergaben (Textfig. 2). Die Pigmentbänder sind bei dem größeren Tier sehr schwach angedeutet mit diffus verbreiteten Pigmentzellen, bei dem kleineren dagegen treten sie als schärfer abgegrenzte, dunklere Streifen hervor. Ähnliches ist von Haecker sowohl für Wirbellose wie für Wirbeltiere mitgeteilt worden. „Es läßt sich nämlich auf der einen Seite zeigen, daß die Bildung autochthonen Epidermispigments und ebenso die Anhäufung und Vermehrung der Pigmentzellen des Coriums vor allem an Stellen besonders energischer Teilungs- und Differenzierungstätigkeit stattfindet. Andererseits muß von vornherein angenommen werden, daß beim Wachstum speziell eines flächenhaften Organs, wie es die



Textfig. 2 a. *R. esculenta.* Hautstück aus der seitlichen Schnauzengegend.



Textfig. 2 b. *R. esculenta.* Hautstück aus der seitlichen Schnauzengegend eines stärker ausgewachsenen Tieres.

Oberhaut ist, eine gewisse regelmäßige Ordnung und Folge in den Teilungsprozessen besteht, wodurch eine im ganzen stetige, nach den verschiedenen Richtungen hin gleichmäßig fortschreitende, dem Wachstum des übrigen Körpers sich anpassende Ausbreitung garantiert wird. Insbesondere kann die Flächenvergrößerung eine polyzentrische sein, d. h. sie kann von einzelnen Wachstumsfeldern ausgehen, die gleichmäßig in Quer- und Längsreihen angeordnet sind, und deren jedes einen Wachstumskern mit besonders intensiver Teilungs- und Wachstumsenergie aufweist." Auf nähere Einzelheiten kann hier nicht eingegangen werden; ich verweise auf H a e c k e r s Veröffentlichung.

Im vorhergehenden wurde die Gesamtzahl der Drüsen auf 1 qmm angegeben, ohne daß der Anteil der beiden Drüsenarten hervorgehoben wurde. Dazu muß erwähnt werden, daß sowohl bei *R. fusca* wie bei *esculenta* die Giftdrüsen hauptsächlich auf die Seitenwülste beschränkt sind, dagegen in der Mitte des Rückens wie auch auf der Bauchseite nur in verschwindend geringer Zahl vorkommen.

Bombinator igneus, Alytes obstetricans und Pelobates fuscus.

Die drei jetzt zu besprechenden Tiere bilden für das Problem dieser Arbeit ein äußerst günstiges Untersuchungsmaterial. Sie bieten nämlich in ihrer Lebensweise zwei besonders stark ausgesprochene Extreme: das eines echten Wasserbewohners einerseits und eines Landtieres im vollen Sinne des Wortes andererseits. So sind nach D ü r i g e n die Feuerkröten vielleicht noch in einem höheren Maße als der grüne Wasserfrosch an das Wasser gebunden. *Pelobates fuscus* dagegen ist „trotz der großen Schwimmhäute ein richtiges Landtier, das nur zur Laichzeit ins Wasser geht, nach Beendigung derselben indes sogleich den trockenen Boden wieder aufsucht und hier das ganze Jahr hindurch sich aufhält." Und weiter: die Knoblauchskröte „überbietet mithin in diesem Punkte noch die Erdkröte, sie ist aber auch im Vergleich zur letzteren im ausgesprocheneren Maße Nachttier." Von allergrößter Bedeutung dürfte noch die weitere nach D ü r i g e n angeführte Angabe B r u c h s sein, daß „*Pelobates* dank seiner großen Lunge mehrere Tage lang unter fester Erde aushalten kann". Während für alle landlebenden Amphibien, mit Ausnahme der *Rana*-Arten und *Hyla*, Feuchtigkeit und auch Schatten zur Lebensbedingung wird, ist *Pelobates* am wenigsten an feuchte Orte gebunden und am häufigsten in sandigen Gegenden der Ebene anzutreffen (S c h u l z e). Ja die Knoblauchskröten sollen sich nach D ü r i g e n überhaupt niemals in schlammigen Grund oder nassen Sand einwühlen.

Dagegen kann *Alytes* seine „eigentliche Lurchnatur, die zur Erhaltung des Daseins einen gewissen Grad von Feuchtigkeit voraussetzt, nicht verleugnen". Er ist „ein echtes Land- und Nachttier, das zwar oft oder gern in der Nähe eines Wassers lebt, jedoch dieses selbst nur gezwungen aufsucht und seine Schlupfwinkel auch an regnerischen Tagen nicht verläßt. Als Verstecke liebt es Steinhaufen, Schutt- und Schlackenhalden, Felsritzen, Mauerlücken, Maulwurfslöcher und ähnliche Erdgänge, Höhlungen unter Baumwurzeln und Weinstöcken und sogar unter Steinschwellen von Wohn- und Stallgebäuden" (D ü r i g e n).

Ehe auf die Drüsen der einzelnen Arten eingegangen wird, sollen an dieser Stelle einige Bemerkungen über den Aufbau der gesamten Haut vorausgeschickt werden.

In der Reihe nimmt zunächst *Bombinator* durch den Reichtum an Melanophoren eine Sonderstellung ein. Diese sind hier keinesfalls auf das Corium beschränkt, sondern bilden auch in dem Unterhautzellgewebe ein ansehnliches, kontinuierlich verbreitetes Pigmentlager. Wie bekannt, ist bei allen anderen Anurenarten die Tela subcutanea nur minimal pigmentiert und tritt in dieser Hinsicht ebenso wie die Epidermis an Bedeutung stark hinter der Pigmentierung des Coriums zurück.

Was den Bau der Lederhaut betrifft, so gab L e y d i g an, daß sich unter den drei hier behandelten Arten *Pelobates* durch die dünnste und glatteste Haut auszeichnet, daß im Zusammenhang damit die Hautdrüsen nur geringen Umfang aufweisen. Mir scheinen die geringen Dimensionen der Hautdrüsen bei *Pelobates* eher damit zusammenzuhängen, daß bei ihm das Str. compactum besonders stark entwickelt, die lockere Lederhaut dagegen sehr dünn ist.

In dieser Hinsicht lassen sich zwischen den drei von mir behandelten Arten große Unterschiede feststellen. Es verhält sich das Str. spongiosum : Str. compactum bei *Bombinator igneus* wie 4 : 2,5, bei *Alytes obstetricans* wie 2,2 : 2,3, bei *Pelobates fuscus* wie 2 : 3,5 (gemessen mit Obj. 6, 170 mm Tubuslänge, Meßokular an Hautstellen, wo keine besonders großen Drüsen vorhanden waren). Danach ist das Verhalten der beiden Teile der Lederhaut bei *Bombinator* und *Pelobates* diametral verschieden, der Geburtshelferkröte kommt eine Mittelstellung zu.

Es kann nicht genug betont werden, daß die geschilderten Verhältnisse nur für völlig erwachsene, geschlechtsreife Tiere zutreffen. Bei älteren, mit zwei Extremitätenpaaren versehenen Larven übertrifft die lockere Lederhaut das Str. compactum bedeutend an Dicke (Fig. 3). Bei jungen Tieren ist sie zwar schon geringer entwickelt, aber immer noch dem Str. compactum überlegen. Erst im weiteren Verlaufe des Landaufenthaltes nimmt die straffe Lederhaut auf Kosten der lockeren an Dicke zu. Im engen Zusammenhang zu der Ausbildung der lockeren Lederhaut stehen die Drüsengrößen.

Tabelle 6.

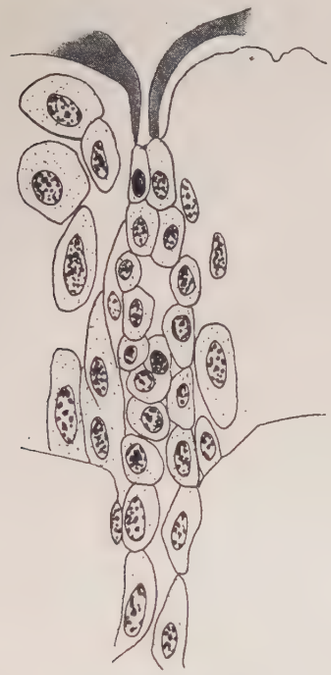
Drüsenbeutelgröße und Halslänge der Schleimdrüsen.

Bombinator			*Alytes*			*Pelobates*		
Beutellänge	Breite	Halslänge	Länge	Breite	Halslänge	Länge	Breite	Halslänge
64,3 µ	96 µ	12,8 µ	34,5 µ	34,8 µ	16 µ	32,9 µ	98,2 µ	28,8 µ
64,3 „	98,8 „	12,8 „	64,3 „	64 „	22,4 „	34,2 „	34,2 „	32 „
33,6 „	64,9 „	12,8 „	65,2 „	64,6 „	19,2 „	33,6 „	66,5 „	33,6 „
64,6 „	65,6 „	9,6 „	64 „	36 „	16 „	64 „	32 „	33,6 „
97,2 „	97,6 „	12,8 „	64 „	66,2 „	19,2 „	65,6 „	96 „	32 „
96 „	98,5 „	12,8 „	64 „	96 „	25,6 „	64 „	64,9 „	28,8 „
97,6 „	128 „	9,6 „	65,2 „	97,6 „	19,2 „	32 „	66,5 „	32 „
96,6 „	129,6 „	16 „	65,2 „	96,6 „	16 „	33,9 „	65,6 „	32,6 „
96,6 „	128 „	9,6 „	33,6 „	96 „	16 „	33,6 „	64 „	32,6 „
192,6 „	128 „	12,8 „	35,2 „	66,5 „	22,4 „	34,8 „	66,5 „	33,6 „
Mittelwert		12,1 µ	Mittelwert		19 µ	Mittelwert		31,5 µ
	Giftdrüsen			Giftdrüsen			Giftdrüsen	
97,6 µ	192,6 µ	22,4 µ	130,5 µ	256 β	33,2 µ	32,9 µ	98,2 µ	32 µ
128,3 „	162,5 „	32 „	128,6 „	192,6 „	33,6 „	33,6 „	66,8 „	64,6 „
97,6 „	161,6 „	19,2 „	64 „	197,6 „	32 „	34,5 „	128,9 „	64,6 „
129,6 „	96 „	32 „	192 „	256,9 „	32 „	64 „	160 „	32 „

Die Tabelle zeigt, daß zwischen den großen Schleimdrüsen bei *Bombinator* und den kleineren bei *Pelobates*, *Alytes* die Mittelstellung einnimmt. Auffallend ist das Verhalten des Drüsenhalses. Er ist

bei *Bombinator*, dem ausgesprochenen Wassertier, kurz, breit und kaum vom Drüsenbeutel abgehoben (Fig. 4). Bei *Pelobates*, dem echten Landtier ist er dagegen bedeutend länger, schmäler und schärfer vom Drüsenbeutel abgesetzt (Textfig. 3 und Fig. 5).

Auffallend ist auch der Unterschied im Aufbau des Ausführungsganges, der unter den bisher beschriebenen Formen wie auch bei den nachher zu besprechenden *Bufo*-Arten kein Gegenstück aufweist. (Vergl. Textfig. 3 und Fig. 5 mit Fig. 1, 2, 4 und 6.) Bei den erwähnten Arten waren die den Ausführungsgang begrenzenden Zellen nicht in so auffallendem Maße von dem Epidermiszellverband ausgesondert wie bei *Pelobates*. Besonders die im oberen Teil des Ausführungsganges gelegenen auf Längsschnitten vier, in Wirklichkeit acht Zellen können nicht mehr als Begrenzung des Ausführungsganges aufgefaßt werden, da sie direkt das Ganglumen mit ihren Zelleibern ausfüllen und verschließen. Die äußere Mündung des Drüsenausführungsganges liegt nicht wie bei den anderen Anurenarten ganz auf der Hautoberfläche. Die Oberhaut ist über dem Ausführungsgang vielmehr eingesenkt wie ein Kamin, in dessen Tiefe die oben beschriebenen obersten Halszellen sich befinden. Die Tendenz, den Ausführungsgang möglichst wirksam zu schließen, ist bei *Pelobates* nicht zu verkennen. Weitere Unterschiede im Bau des Halses sind an den Querschnittsabbildungen zu sehen. Daraus geht hervor, daß der innere Teil des schlanken Halsstückes bei *Pelobates* aus vier Zellen besteht, die weit in den Gang hervorspringen und ihn bis auf einen kleinen Spalt schließen (Textfig. 4). Bei *Bombinator* dagegen ist der Bau des Drüsenhalses wesentlich anders. Im Längsschnitt fallen die stark abgeflachten, regelmäßig übereinanderliegenden Elemente der inneren Halszellenlage auf. Aus Querschnitten ergibt sich, daß der Gang hier nur von zwei



Textfig. 3. Ausführungsgang einer Schleimdrüse von *Pelobates fuscus*. Ok. 4. $^1/_{12}$ Immers. Eingesenkter Tubus. Zeichenapp.

Textfig. 4. Querschnitt durch den Ausführungsgang von *Pelobates fuscus*. Ok. 4. $^1/_{12}$ Immers. 170 mm. Zeichenapp.

Textfig. 5. Querschnitt durch den Ausführungsgang von *Bombinator igneus*. Ok. 4. $^1/_{12}$ Immers. 170 mm. Zeichenapp.

in der horizontalen Achse sehr langen Zellen begrenzt ist (Textfig. 5). Somit erscheint der Ausführungsgang im Bereiche des Halses bei *Bombinator* nicht so gut verschließbar zu sein, wie bei *Pelobates*.

Die Drüsenzahlen.

Auch in den Drüsenzahlen ließen sich bei den vorliegenden Tieren beträchtliche Unterschiede feststellen.

Bei einem jungen, höchstens 2 cm messenden *Bombinator igneus* sind folgende Zahlen vermerkt worden:

Schnauze (Rückenseite)	**125**, 90, 73
Region am Auge	88, 89, 94
1. Rückenhälfte	66, 67, **80** 58, 75, 75, 71, 58, **82**, 81, 80.

Es ist auch hier, wie bei der jungen *R. esculenta*, die Kopfhaut am reichsten an Drüsen und am stärksten pigmentiert. An der abmazerierten, oberflächlichsten Epidermisschicht treten wieder Pigmentflecke zum Vorschein, die aber in ihrem Inneren einen oder zwei ganz helle, pigmentlose Kreise erkennen lassen. Sonst ist auch hier die Abhängigkeit der Drüsenzahl von der Pigmentierung feststellbar.

Bei erwachsenen Individuen ist im Vergleich zu *R. esculenta* eine viel gleichmäßigere Verteilung der Drüsen zu verzeichnen, so daß es möglich ist, da die Schwankungen in benachbarten Meßquadraten gering waren, die Zahlen in Mittelwerten anzugeben.

Tabelle 7.

Drüsenzahlen für 1 qmm der Haut bei erwachsenen *Bombinator igneus*.

Tier 1.	Kopfhaut (von der Schnauze an).	Mittelw.	44
	1. Rückenhälfte	„	42
	2. „	„	34
	Am hinteren Körperende	„	34
	Pigmentflecke am hinteren Körperende	„	45, 46, 39, 42
Tier 2.	Kopfhaut (von der Schnauze an)	„	49
	1. Rückenhälfte.	„	49
	Schnauze (Ventralseite)	„	42
	Stichzählungen in verschiedenen Bauchhautbezirken	„	58, 53, 56, 48.

Bei *Alytes* habe ich nur wenige Zählungen vornehmen können, da das bereits konservierte Material für das Zählen ein wenig geeignetes Objekt war. Es sollen hier die Zahlen zur Orientierung angegeben werden.

Tabelle 8.

Drüsenzahlen für 1 qmm der linken Rückenhauthälfte bei *Alytes obstetricans*.

Tier 1	Mittelw.	39
Tier 2	„	41
Tier 3	„	29.

Schließlich zählte ich bei einem jungen, erst kurz vorher metamorphosierten *Pelobates fuscus* an der Schnauze (Dorsalseite) an identischer Stelle wie bei den anderen jungen Tieren von *R. fusca, esculenta* und *Bombinator* 86, 84, 82 Dr. für 1 qmm.

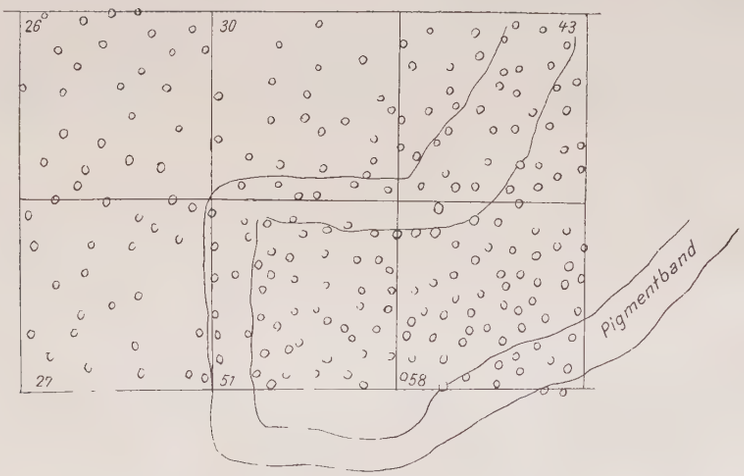
Tabelle 9.

Drüsenzahlen für 1 qmm der Haut bei erwachsenen *Pelobates fuscus*.

Tier 1 (6 cm)	Kopfhaut.	17, 24, 18, 17
	Pigmentfleck in der 1. Rückenhauthälfte	23, 27, 28, 28, 32, 34
	Pigmentfleck an der Kopfbasis neben der Vordergliedmaße	27, **41**, **45**, 25
	Schnauze (Ventralseite)	Mittel: 31

Tier 2 (6 cm)	Kopfhaut	16, 17, 27, 30, 25, 35, 30
	1. Rückenhauthälfte	36, 33, 25, 27, 34
Tier 3 (5,5 cm)	Kopfhaut	25, 28, 35, 23, 32, 36, 32
	Pigmentfleck zwischen Kopfbasis und Vordergliedmaße	21, 37, **59**, 45, 21, 38, 46, **57**
	1. Rückenhauthälfte	Mittelw. 28
	1. „ an der Körperseite	28, 23, 21, 26, 30, 43, 27, **51**, **58**
	Rückenhaut im letzten Drittel	Mittelw. 26
	Am hinteren Körperende	27, **35**, 22, 25, 23
	Vordergliedmaße	32, 41
	Hintergliedmaße	21, 28, 36, 35, 22, 38, 45, 37, 33, 22
	Fuß (Hintergliedmaße)	20, 19, 13
	Kehlhaut	Mittelw. 45
	Bauchhaut (Mitte)	Mittelw. 45.

Die angegebenen Zahlen sind in der Rückenhaut ziemlich niedrig, in der Bauchhaut dagegen höher. Die fettgedruckten höheren Werte der Rückenhaut sind in ihrem Vorkommen verhältnismäßig selten und stören insofern kaum das Durchschnittsbild, als sie immer in nur durch irgend etwas ausgezeichneten Hautbezirken auftreten. Am häufigsten war dies an Stellen einer stärkeren lokalen Pigmentierung oder einer kleinen Hautprominenz der Fall. Sonst ist noch in den Augenwinkeln eine Anzahl von verhältnismäßig großen Drüsenöffnungen zu sehen, deren Bedeutung für das ausgesprochene Landtier gerade an dieser Stelle nicht zu übersehen ist. (Siehe auch Wochenschrift für Terrar.- und Aquariumkunde 1926.)



Textfig. 6. *Pelobates fuscus.* Hautstück.

Wenn man aber das Vorkommen der größten (fettgedruckten) Werte betrachtet, so zeigt es sich, daß sie in den beiden Linien liegen, welche die laterale Begrenzung der Rückenoberfläche bilden. Aus Textfig. 6 ist zu sehen, wie stark sich diese Stellen durch ihre Drüsenzahl von der Umgebung abheben. Im vorliegenden Fall sondert ein Pigmentwall in sehr charakteristischer Weise diese Hautstelle vom Nachbarbezirk ab.

Im allgemeinen läßt sich an Hand der angeführten Werte die Tatsache feststellen, daß die Knoblauchskröte unter den bisher besprochenen Anurenarten im Durchschnitt die kleinste, im allgemeinen aber nicht unter ein gewisses Minimum sinkende Drüsenzahl für 1 qmm Haut aufweist.

Bei ganz ausgewachsenen Tieren (nach Dürigen schwankt die Größe der geschlechtsreifen Tiere zwischen 5—7 cm) ist die niedrige Drüsenzahl für 1 qmm Kopfhaut zu beachten. (Siehe Tab. 9 unter 1 und 2.) Damit im Zusammenhang muß erwähnt werden, daß an der Kopfhaut von *Pelobates* die einzig und allein unter allen einheimischen Anuren dastehende Erscheinung einer wahren Verknöcherung der Lederhaut vorliegt (Leydig).

Bufo vulgaris, B. viridis und B. calamita.

Im allgemeinen sind sämtliche *Bufo*-Arten echte Landtiere. Es lassen sich aber bei den einzelnen Arten in bezug auf das uns interessierende Feuchtigkeitsbedürfnis Unterschiede feststellen. So verweilt *Bufo vulgaris* nach beendeter Laichzeit fast ausschließlich auf dem Lande, aber stets müssen ihre Schlupfwinkel schattig und feucht sein; als Nachttier hält sie sich am Tage verborgen an dunklen Orten (Dürigen). Die grüne Kröte „fühlt sich an die Nähe von Sümpfen, Altwässern, Gräben, Pfützen u. a. gebunden, ohne im übrigen sehr nach der Bodenbeschaffenheit zu fragen, und daher sieht man sie bei uns auf festem wie auf weichem, auf fruchtbarem und bebautem, wie auf ödem Boden ...“. „Sie hält sich nicht nur zur Laichzeit, sondern auch noch eine Zeitlang nach derselben, bis Ende Juni etwa, im Wasser und besucht dasselbe ebenfalls ab und zu im Laufe des Sommers ...“ (Dürigen). *B. calamita* schließlich, die sich sonst an ähnlichen Orten, wie *B. viridis* aufhält, bindet sich nicht „in der Weise an das Wasser, wie die vorige *(B. viridis)*, denn man begegnet ihr oft ganz weit entfernt von demselben in dürren Gegenden, auf trockenen Heiden und Kalk- und Sandhöhen“ (Dürigen). Anschließend an diese ökologischen Bemerkungen sollen einige Angaben über das Verhalten der Drüsen bei den betreffenden Arten gegeben werden.

Die für die Länge des Drüsenhalses gefundenen Werte sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Tabelle 10.

Schleim-Drüsenbeutelgröße und Halslänge bei *Bufo:*

vulgaris			*viridis*			*calamita*		
Beutellänge	Breite	Halsstück	Länge	Breite	Halsstück	Länge	Breite	Halsstück
65,6 μ	128 μ	65,6 μ	96 μ	128,6 μ	32 μ	65,2 μ	96,6 μ	32,3 μ
32,9 „	128 „	32,6 „	128 „	129,6 „	32 „	65,2 „	12,8 „	19,2 „
33,6 „	128,6 „	33,6 „	97,6 „	96 „	33,6 „	64,9 „	96,6 „	22,4 „
64,9 „	128,6 „	64 „	96 „	65,9 „	25,6 „	66,2 „	96 „	25,6 „
96 „	96,9 „	34,8 „	97,6 „	129,6 „	33,6 „	65,2 „	96,8 „	19,2 „
64,9 „	96,9 „	34,2 „	66,5 „	98,2 „	32 „	65,6 „	97,2 „	25,6 „
64,6 „	97,9 „	33,2 „	96 „	96 „	32 „	66,2 „	128 „	32,6 „
32,9 „	160,6 „	33,2 „	96 „	33,9 „	33,6 „	64 „	97,6 „	16 „
97,9 „	65,6 „	64,2 „	64 „	65,6 „	22,4 „	94 „	65,6 „	32 „
64 „	97,9 „	64,6 „	129,6 „	160 „	25,6 „	64,6 „	130,5 „	25,6 „
Mittelwert		42,9 μ	Mittelwert		30,2 μ	Mittelwert		25,5 μ

Daraus ergibt sich, daß die Erdkröte nicht nur unter den *Bufo*-Arten, sondern überhaupt unter allen einheimischen Anuren den längsten Drüsenhals aufweist, was die tiefste Senkung des Drüsenkörpers unter das Epidermisniveau bedeutet. Was die Drüsenzahl betrifft, so steht die Erdkröte weit hinter den anderen zurück.

In der Rückenhaut sind z. B. Werte wie 4, 10, 11, 9 auf 1 qmm zu zählen. Oft genug ist in 1 qmm nur eine einzige Giftdrüse (große Öffnung), oder eine Schleimdrüse (viel kleinere Öffnung) zu sehen. In der Bauchhaut habe ich 11, 10, 9, 12, 7 auf 1 qmm gezählt. Schon an Schnittserien kann man sich von dem vereinzelten Vorkommen der Schleimdrüsen überzeugen. Die Giftdrüsen kommen dagegen öfters zum Vorschein, da sich ein und derselbe Drüsenbeutel dank seinen beträchtlichen Ausmaßen in vielen Schnitten wiederholt.

Bei keiner der untersuchten Anurenarten stehen die Schleimdrüsen an Zahl und Größe in so starkem Maße hinter den Giftdrüsen zurück, wie bei der Erdkröte. Ich konnte im Schleimdrüsenepithel in bezug auf seine Aktivität in den verschiedenen Jahreszeiten keine bedeutenden Unterschiede feststellen. Während des ganzen Jahres hindurch ist die Schleimsekretion äußerst spärlich und scheint kaum eine größere Bedeutung für die Haut zu haben.

Bei den beiden anderen Krötenarten ist es zu einer so starken Reduktion der Drüsenzahl nicht gekommen. Bei einer ausgewachsenen *B. viridis* waren in der Kopfhaut im Mittel 28, im Augenlid 38, an der Kopfbasis 15, neben dem Auge 14, 13, 37, 34 und in einem 20 mm langen Rückenbezirk im Mittel 14 Drüsen auf 1 qmm vorhanden.

Bei *Bufo calamita* zeigte die Kopfhaut im Mittel 30, die Schnauze (Ventralseite) 32, die Bauchhaut (unten) 11 Drüsen auf 1 qmm. Danach sind *B. calamita* und *B. viridis* der Erdkröte in bezug auf die Drüsenzahlen gegenüberzustellen. Noch in einer Beziehung kommt der gemeinen Erdkröte eine Sonderstellung zu. Ihre derbe Haut zeichnet sich durch Kalkeinlagerung aus, „wodurch *B. vulgaris* nicht nur unter den einheimischen Amphibien, sondern auch unter allen Bufonen eine ganz vereinzelte Stellung einnimmt“ (D ü r i g e n).

Trotz dieser Beschaffenheit der Haut und vielleicht als deren Folge ist *B. vulgaris* die anspruchsvollste von den einheimischen *Bufo*-Arten. So ist im B r e h m die Angabe zu finden, daß z. B. die grüne Kröte anspruchsloser als die Erdkröte zu sein scheint; sie „erträgt Kälte, Lufttrockenheit, unreines Wasser leichter als jene“.

In bezug auf das Feuchtigkeitsbedürfnis glaube ich dasselbe aus eigener Erfahrung im Vergleich zu der Kreuzkröte berichten zu dürfen. Von zwei zufällig trocken gelassenen *B. calamita* und *vulgaris* fand ich nach zwei Tagen die Erdkröte zu Tode verdorrt, die Kreuzkröte dagegen noch ganz munter. Der Zusammenhang mit der höheren Drüsenzahl scheint bei der letzteren nicht ganz ausgeschlossen zu sein. Es würde dann der Erdkröte mit der derben Haut nur bei genügendem Feuchtigkeitsgrad gedient sein; dagegen droht jede Feuchtigkeitsverminderung wohl auch im Zusammenhang mit der geringen Schleimdrüsenzahl und minimalen Sekretion dem Tiere mit Vertrocknung.

Zusammenfassung.

Die Rolle der Amphibienhaut ist seit langem in ihrer Bedeutung richtig erkannt worden. Es wurde öfters das große Feuchtigkeitsbedürfnis der Amphibien hervorgehoben, die das ganze zur Erhaltung des Lebens nötige Wasser einzig und allein durch die Körperhaut aufnehmen, ebenso wie sie dasselbe durch diese ausdunsten (D ü r i g e n). Genügende Feuchtigkeit ist somit die Haupt-

bedingung ihres Lebensraumes. Eine Erklärung hierfür ist in dem Aufbau ihrer Haut zu suchen. Schon bei den Fischen ist der Verhornungsprozeß der oberen Epidermisschicht eingeleitet. Die hornig umgewandelte Hautschicht dient hier dem Schutze gegen mechanische Einwirkung. Bei den Luftwirbeltieren tritt nunmehr die Bedeutung des Hornüberzuges, als eines Schutzes gegen Austrocknung, in den Vordergrund. So ist eine vollständig zusammenhängende Hornschicht erst bei den Amphibien vorhanden. Sie ist hier im Gegensatz zu allen anderen Landwirbeltieren (Amniota) dünn und einschichtig. Daraus ergibt sich die oben betonte Abhängigkeit der Amphibien von den Feuchtigkeitsbedingungen. Innerhalb der Gruppe der Anuren läßt sich aber bereits eine Tendenz einer stärkeren Emanzipation vom feuchten Medium bemerken. So ist bei *Bufo vulgaris* eine verhältnismäßig dicke Hornschicht vorhanden. Anderseits kommt es hier sogar zu einer größeren Kalkablagerung im Corium. Nach L e y d i g dürfen wir „in dieser Ablagerung von Kalkkörpern das Vorspiel der wahren Verknöcherung der Haut erblicken, wozu aber von den einheimischen Batrachiern nur *Pelobates fuscus* ein Beispiel liefert".

Hand in Hand mit dem Übergang vom Wasser- zum Luftleben schwinden plötzlich die einzelligen Hautdrüsen der echten Wassertiere (Schleimdrüsen: Myxine, Perennibranchiaten, Gymnophionenlarven, Anuren- und Urodelenlarven), und an ihrer Stelle wird der acinöse, mehrzellige Drüsenbeutel entwickelt mit dem bei den einzelnen Arten mehr oder weniger deutlich abgesetzten Drüsenhals.

Man kann die verschiedenen einheimischen Anurenarten in Hinsicht auf den anatomischen Bau wie auch das Verhalten der Hautdrüsen in Gruppen einteilen, die nichts mit der systematischen Verwandtschaft zu tun haben und offenbar nur von der Lebensweise abhängen. So sind zunächst den zwei Wassertieren *Bombinator igneus* und *R. esculenta* die anderen hier besprochenen einheimischen Anuren als Landbewohner gegenüberzustellen. Bei den ersteren ist der Drüsenhals kurz und verhältnismäßig weit, bei den letzteren ist er viel länger, wodurch der Drüsenbeutel weiter von der Hautoberfläche entfernt zu liegen kommt und sozusagen in die Tiefe eingesenkt zu sein scheint. Es läßt sich in dieser Beziehung eine ganze Reihe von Übergängen feststellen:

Bombinator igneus	mit	12,1	μ	Halslänge	im	Mittelwert
Rana esculenta	„	13,5—19,8	„	„	„	„
Rana fusca	„	21,1—28,5	„	„	„	„
Alytes obstetricans	„	19	„	„	„	„
Pelobates fuscus	„	31,5	„	„	„	„
Bufo calamita	„	25,5	„	„	„	„
Bufo viridis	„	40,2	„	„	„	„
Bufo vulgaris	„	42,9	„	„	„	„

Pelobates kommt dabei in bezug auf den Bau des Ausführganges eine Sonderstellung zu.

Indessen äußert sich die Abhängigkeit der Hautdrüsen von der Lebensweise der einzelnen Arten nicht nur im anatomischen Bau, sondern auch in der Drüsenzahl. So habe ich die größten Drüsenzahlen bei den beiden Wassertieren gefunden. Bei *Bombinator* erreichen sie zwar nicht so hohe Werte auf 1 qmm wie bei *R. esculenta*, sind aber viel gleichmäßiger über die ganze Haut verteilt.

Auffallend und vielsagend sind die niedrigen Drüsenzahlen in der Haut von *Pelobates fuscus* und *Bufo vulgaris*. Beide sind ausgesprochene Landtiere. Während aber *Pelobates* bis zu einem gewissen Grade von Feuchtigkeit unabhängig ist, weist die Erdkröte eine sehr große Empfindlichkeit in dieser Hinsicht auf. Somit bietet die derbe, kalkreiche Krötenhaut dem Tiere einen geringeren Schutz gegen Austrocknung, als die dünne nicht so stark verhornte *Pelobates*-Haut. Bei letzteren ist es aber trotz

einer Verminderung der Drüsenzahl im Vergleich zu den anderen Anurenarten nicht zu einer so starken Reduktion der Schleimdrüsen, wie bei *Bufo vulgaris*, gekommen.

Die Bedeutung des größeren Teiles der Drüsen wird herkömmlicherweise in dem Schutz gesehen, den ihr Sekret (Schleim) gegen die Austrocknung der Haut bietet.

Es könnte bei oberflächlicher Betrachtung den Anschein erwecken, daß den ausgesprochenen Landtieren unter den Anuren eine größere Drüsenzahl als den aus Wasser gebundenen Arten zukommen müßte. Da aber das Gegenteil vorliegt, müssen wohl noch andere bestimmende Faktoren berücksichtigt werden.

Zunächst soll des Umstandes gedacht werden, daß im allgemeinen dem Schleim bei den Süßwassertieren eine besondere Rolle zukommt. An einer Anzahl von Beispielen macht H e s s e in seiner Tiergeographie klar, daß der Schleimüberzug als ein Schutz gegen das Hineindiffundieren des Wassers in den Tierkörper anzusehen ist und spricht die Schleimhülle als eine wirksame Schranke an, „die den Austausch zwischen äußerem und innerem Medium verhindert". Auch bei den amphibisch lebenden Anuren läßt sich dieser Einfluß des Schleimes nicht von der Hand weisen. Die höheren Drüsenzahlen bei den Wassertieren unter ihnen, die niedrigen bei den Lufttieren könnten dahin gedeutet werden. Im folgenden soll noch der Beweis gebracht werden, daß eine Zunahme der Schleimsekretion bei *R. fusca* gerade auf die Zeit des ständigen Verbleibes im Wasser während des Winterschlafes fällt. Indessen dürfte nach den mitgeteilten Ergebnissen dieser Untersuchungen der Schleim als Schutz gegen Diffusion kaum der einzig ausschlaggebende Faktor sein. Die hohe Empfindlichkeit der gemeinen Erdkröte gegenüber Feuchtigkeitsschwankungen (Versuch mit *Bufo vulgaris* und *calamita*) muß wohl letzten Endes auf die Drüsenarmut der Haut zurückzuführen sein. Andererseits ist bei *Pelobates*, einem echten Land- und Trockentier, die Reduktion der Drüsenzahl nicht so weit fortgeschritten, wie bei *Bufo vulgaris*. Im allgemeinen habe ich den Eindruck gewonnen, daß für die Drüsenzahlen im Zusammenhang mit der Lebensweise der betreffenden Arten mindestens zwei Faktoren, die sich gegenseitig die Wage halten, verantwortlich zu machen sind. Einerseits könnte das der durch die Sekretmengen gebotene Nutzen sein, andererseits die drohende Gefahr durch Vermehrung der Drüsenzahl die verdunstende Oberfläche der Körperhaut übermäßig zu vergrößern.

II. Teil.

Das Verhalten der Schleimdrüsen in den verschiedenen Jahreszeiten.

Mit dem Sammeln des zu diesen Untersuchungen nötigen Materials ist in den ersten Augusttagen 1927 begonnen worden. Es wurde streng darauf geachtet, daß nur frisch eingefangenes Material zur Bearbeitung gelangte, wobei die Tiere höchstens einen Tag nach dem Einfangen fixiert wurden. Sämtliche Tiere stammen aus der nächsten Umgebung Berlins, nur die im September fixierten Frösche sind von mir bei Rathenwalde in der Sächsischen Schweiz gefangen worden. Die Schnitte sind immer von demselben Hautbezirk angefertigt worden, und zwar bei *R. fusca* von der Stelle der ∧-Figur der Rückenhaut, bei *R. esculenta* wurde an der Kopfbasis aus der ersten Rückenhautpartie ein Stück entnommen. In dieser Weise stand mir ein Material zur Verfügung, das vollkommen geeignet war zum Studium des Verhaltens der Drüsen in den verschiedenen Jahreszeiten. Es wurden in dieser Richtung nur die Schleimdrüsen untersucht. Die Giftdrüsen schienen schon wegen ihrer Funktion

als Schutzorgan, von dem je nach den Umständen Gebrauch gemacht wird, für dieses Studium weniger geeignet zu sein. Eng verbunden mit diesen Untersuchungen war die Frage nach der Regeneration der während eines Jahres verbrauchten Drüsenbeutel. Über den Stand der Arbeiten auf diesem Gebiete berichte ich mit den Worten Gaupps: „Daß überhaupt Regenerationsprozesse, und zwar Neubildungen ganzer Drüsen zu erwarten sind, geht aus den Beobachtungen bei Urodelen (Salamander und Tritonen), wo alle diese Dinge bereits viel besser bekannt sind, hervor... Für die Frösche fehlen ... die entsprechenden Beobachtungen. Junius, der besonders auf diese Verhältnisse geachtet hat, konnte nur feststellen, daß regressive Stadien in den einzelnen Drüsen vorkommen, vermochte dagegen einwandfreie Beobachtungen über die regenerativen Vorgänge bisher nicht zu machen. Dafür, daß auch beim Frosch eine Regeneration der ganzen Drüsen innerhalb eines verödeten Drüsenbalges stattfindet, war ein Anhalt nicht zu finden, wahrscheinlich ist es, daß an Stelle der zugrunde gehenden Drüse sich an einer benachbarten Stelle eine ganz neue nach dem Typus embryonaler Bildung anlegt, d. h. aus einer Wucherung der Epidermiszellen." Muhse konnte bei erwachsenen Kröten (amerik. *Bufo*-Arten) in der Regel eine Entwicklung der Drüsen nach dem zuletzt von Gaupp angeführten Modus finden.

Gaupp übergeht vollkommen den Beitrag zur Kenntnis der Regenerationsvorgänge in den Hautdrüsen der Amphibien von Talke. Dieser spricht sich für eine ziemlich lebhafte Regeneration in den Hautdrüsen der Frösche aus. Als Beweis führt er das außerordentlich häufige Auftreten von Mitosen an. Unterschiede zwischen *R. temporaria* und *esculenta* sind ihm nicht aufgefallen, „ebensowenig bedang eine bestimmte Jahreszeit eine raschere oder langsamere Regeneration". Die Ergebnisse eigener Untersuchungen, die speziell für *R. fusca* angestellt wurden, stimmen nicht mit denen Talkes überein. Schon Arnold gibt seiner Verwunderung darüber Ausdruck, daß in Talkes Präparaten so häufig Mitosen vorkommen sollen. Ich glaube mit aller Sicherheit angeben zu dürfen, daß Mitosen nicht als Ausdruck einer Epithelregeneration während des ganzen Jahres hindurch, sondern als Wachstumserscheinung in verhältnismäßig jungen Drüsen auftreten, und zwar zu einer bestimmten Jahreszeit, nämlich im Spätsommer gehäuft vorkommen.

Eigene Untersuchungen.

Rana fusca.

Bei den am 1. VIII. fixierten Tieren beherrschen verhältnismäßig kleine und noch junge Drüsen das mikrokopische Bild. Das Epithel macht einen äußerst unregelmäßigen Eindruck, indem die kleineren seitenwandständigen Elemente mit den sehr hohen und schlanken, weit ins Drüsenlumen hineinragenden Zellen des Beutelgrundes abwechseln (Fig. 1). Es befindet sich in bezug auf die Schleimproduktion im Ruhe- oder höchstens Anfangsstadium der Tätigkeit, da nur ganz vereinzelte zylindrische Zellen sich mit Mayerschem Mucikarmin an den terminalen Enden gefärbt haben.

Verhältnismäßig selten sind in den Schnitten Drüsen zu sehen, die ein etwas weiteres Stadium darstellen (auf etwa 30 der oben beschriebenen höchstens 5 Drüsen). Ihr Lumen ist wenigstens bis zur Beutelhälfte mit Schleim gefüllt, das Epithel weist bei manchen nur bis zur Zellhälfte, bei anderen wieder bis an den Zellgrund fortgeschrittene Schleimmetamorphose auf (Fig. 7). Im allgemeinen läßt sich feststellen, daß die Schleimproduktion gering und äußerst träge ist.

Die vom 11. IX. aus der Sächsischen Schweiz stammenden und die vom 8. Oktober in der Umgegend von Berlin eingefangenen Tiere zeigen einen wesentlich geänderten Zustand.

Zunächst läßt sich eine beträchtliche Größenzunahme an sämtlichen Drüsenbeuteln feststellen.

In bezug auf den physiologischen Zustand lassen sich zwei Typen von Drüsen unterscheiden. Der erste besitzt ein Epithel, welches bereits bis an den Zellengrund mit Mucikarmin sich rot gefärbt hat. Auch im Lumen ist in sehr vielen Beuteln Schleim vorhanden. In diesen Drüsen ist häufig eine Epithelregeneration zu sehen, die sich in einem Nachschub durch Gleitwachstum der flachen Zellen des unteren Halsteiles äußert.

Der zweite Typus tritt an Größe kaum gegen den ersteren zurück, ja übertrifft jenen noch oft genug in dieser Hinsicht. Sein dunkles Epithel macht aber einen durchaus intakten Eindruck, wobei nur ganz vereinzelte Zellen den bescheidenen Anfang einer schleimigen Umwandlung aufweisen. Die Einzelzellen haben sowohl an Zahl wie an Größe zugenommen, wodurch das ganze Epithel ein sehr kompaktes Aussehen bekommen hat. Es läßt sich jetzt nicht mehr eine Bevorzugung der Zellen am Beutelgrund bemerken, was wieder zu einer regelmäßigen Beschaffenheit des gesamten Epithels beiträgt (Fig. 8 und 9).

Das Lumen dieser Drüsen ist in den Fällen geräumig, in denen der gesamte Drüsenbeutel in seinem Wachstum mit dem der Epithelzellen Schritt gehalten hat. Es lassen sich noch jetzt alle Anzeichen des fortdauernden Wachstums erkennen. Als dessen Ausdruck treten häufig im Epithel Mitosen auf (Taf. V, Phot. 1). Dank den energischen Zellteilungsprozessen sind stellenweise Zellwucherungen zu sehen, wodurch das sonst einschichtige Epithel sich in 2—3 Zellenlagen ins Drüsenlumen bucklig hineinwölbt. Zusammenfassend läßt sich sagen, daß bei den Spätsommerfröschen eine sehr auffällige Wachstumstendenz der Schleimdrüsen besteht.

Außerdem sind mir an einigen Tieren nicht allzu vereinzelt kugelige oder zylindrische Wucherungen der Epidermiszellen aufgefallen, die von Engelmann als frühestes Stadium der Drüsenneubildung bei Jungfröschen beschrieben worden sind. Zuweilen war in ihnen ein enges Lumen bereits ausgebildet.

Aus dem Winterquartier (Wasserschlamm) vom 4. XI. und 20. XI.

Die Schleimdrüsen haben weiterhin bedeutend an Größe zugenommen. (Vergl. die in Tabelle 1 unter 4. XI. und Tabelle 2 unter 11. IX. angegebenen Zahlen). Das mikroskopische Bild ist ganz von den großen in sehr aktiver Sekretion begriffenen Drüsen beherrscht. Einen auffallenden Unterschied gegenüber den August- und Septembertieren bietet der Ausführungsgang. Die dort vorhandenen ihn auskleidenden und am unteren Halsteil stark abgeflachten zwei Zellagen sind nunmehr verbraucht, so daß eine Epithelregeneration auf diesem Wege nicht mehr möglich erscheint.

Dem Lumen zu fehlt jede Abgrenzung und der Schleim strömt sichtbar in dichten Schlieren dem Ausführungsgange entgegen. Der in der Epidermis liegende obere Teil des Ausführungsganges hat eine starke Dehnung in der Querachse erlitten; er erscheint jetzt als ein sehr geräumiger Vorhof (Fig. 10). Zwischen die großen sehr aktiven Drüsenbeutel schieben sich in viel geringerer Zahl bedeutend kleinere mit unregelmäßigem Epithel ein. Es sind unter ihnen zahlreiche von so geringen Dimensionen zu sehen, daß man wohl ohne Zweifel annehmen darf, daß hier Drüsen sehr jungen Alters vorliegen.

Die für die Haut der Spätsommerfrösche so charakteristischen, noch nicht sezernierenden Wachstumsformen fehlen hier nicht ganz, doch sind sie spärlicher geworden. Stellenweise sind unterhalb der Kerne Vakuolen sichtbar wie bei Fig. 8 und 9.

2. II. Aus dem Wasserschlamm. Ein ausgewachsenes ♂ und ♀. Viele Drüsenbeutel erreichen die für die Schleimdrüsen scheinbar maximale Größe von 226 μ Länge : 161,6 μ Breite. (Siehe Tab. 1 unter 2. II.) Sie machen durchaus den Eindruck eines voll mit Schleim gefüllten Tönnchens (Fig. 11). Das Epithel besteht aus großen, prismatischen Zellen, die ganz in Schleim umgewandelt sind und in sehr aktiver Sekretionsphase sich befinden.

Bei einem dritten Tier, einem aus demselben Fang stammenden Männchen, bei dem im Protokoll dieselbe Größe, wie bei dem anderen ♂ Tier (6,5 cm), als unterscheidendes Merkmal aber der größere Hoden eingetragen wurde, sind die Verhältnisse schon wesentlich anders. Die großen, schleimgefüllten Drüsenbeutel sind nicht mehr vorhanden. Sehr vereinzelt sieht man noch an ihrer Stelle stark geschrumpfte, zerfallende Beutel. Dagegen haben die winzig kleinen Drüschen der ersten Wintermonate an Größe zugenommen und gleichen jetzt in ihrer Dimension und Epithelbeschaffenheit ganz den Drüsen aus der Haut der Augusttiere (Fig. 1).

Trotz des von den gleichzeitig fixierten Tieren wesentlich abweichenden Bildes kann es doch keinem Zweifel unterliegen, daß hier ein weiteres Glied der Reihe vorliegt. Erstens sind zerfallende, noch nicht ganz resorbierte Schleimdrüsenbeutel zu sehen. Zweitens ist der untere Teil der lockeren Lederhaut diffus mit Mucikarmin gefüllt; das kann nur von dem Schleim zugrundegegangener Schleimdrüsen herkommen. Zwischen dem Str. spongiosum und compactum ist bei dem vorliegenden ♂ durch starke Destruktionsprozesse im unteren Teil des Str. spongiosum und durch Zerfall der Drüsen ein sehr breiter Lückenraum entstanden, der von einer strukturlosen, viele Lymphozyten aufweisenden gallertigen Masse gefüllt ist. Es dürfte kaum etwas anderes als ein Erguß der Lymphe in die lockere Lederhaut erfolgt sein, da die Lymphflüssigkeit in dem Unterhautbindegewebe an Stellen, wo sie zum Vorschein kommt, dieselbe Beschaffenheit aufweist.

Bei dem anderen ♂ (mit den kleinen Hoden) ist auch ein Lückenraum schon vorhanden. Er erscheint aber noch verhältnismäßig klein und die ihn ausfüllenden, gallertigen Massen zeigen noch keinen Anflug des Mucikarmins. (Die Schleimdrüsen bestehen ja noch.)

23. II. Aus dem Wasserschlamm. Bei einem völlig ausgewachsenen ♂ (7 cm) sind zwar noch die großen Schleimdrüsen vorhanden, erscheinen aber in der Mehrzahl der Fälle stark kollabiert. Auch hier ist der untere Teil des Str. spongiosum sehr aufgelockert und destruiert und zeigt an Stellen, wo in der Nachbarschaft der Resorption anheimfallende Drüsenbeutel sich befinden, die Schleimreaktion aufs deutlichste. Es treten wieder etwas häufiger die charakteristischen, noch nicht sezernierenden Wachstumsformen auf (Fig. 8). Sie liegen zwischen den großen, dem Untergange geweihten Schleimdrüsen und sind häufig in ihrer Form von letzteren bedingt (Fig. 9).

Bei einem gleichzeitig gefangenen ♀ Tier weisen die Drüsen denselben physiologischen Zustand auf. Zu der stärkeren Auflockerung der unteren Hälfte des Str. spongiosum ist es aber nicht gekommen. Eine auffallend große Zahl von eosinophilen Leukozyten ist in der lockeren Lederhaut vorhanden.

16. III. Nach bereits beendeter Winterruhe: Erste warme Frühlingstage. Ein erwachsenes, 7,25 cm langes ♂ zeigt im wesentlichen denselben Zustand, wie das eine am 2. II. fixierte Tier (mit den größeren Hoden). Die großen Schleimdrüsen der Winterfrösche sind verschwunden. In der Haut ist eine äußerst weitgehende Destruktion bemerkbar, da der Lückenraum zwischen dem Stratum spongiosum und compactum alles bei den ♂ in dieser Beziehung bisher Gesehene übersteigt.

Schon mit dem bloßen Auge ist an den Schnitten eine beträchtliche Schwellung der Haut (Hochzeitskleid; vergl. Z e p p, S. 165) zu sehen. Der Lückenraum ist infolge des Schleimergusses mit Mucikarmin gefärbt.

Außer den kleinen, noch nicht sezernierenden Drüsen sind an mittelgroßen Beuteln, deren Epithel und das im Lumen vorhandene Sekret mit Mucikarmin gefärbt sind, alle Anzeichen einer Epitheleerneuerung zu sehen. Es wird nämlich in den einzelnen Zellen die Schleimmetamorphose rückgängig gemacht, wobei sich die betreffenden Elemente aufs intensivste mit Plasmafarbstoffen färben. Statt der für plasmatische Drüsenzellen charakteristischen feinwabigen Struktur kommt hier eine grobgranuläre zum Vorschein. Daß aus einer schleimhaltigen Drüsenzelle wieder eine rein plasmatische werden kann, ist für die Schleimsekretion bekannt. Das Merkwürdige in dem vorliegenden Fall ist darin zu sehen, daß sich hier nicht sekretorisch erschöpfte und zusammengefallene Zellen (H o y e r), sondern auch zylindrische, schleimhaltige Elemente terminalwärts in Plasma umwandeln (Taf. V, Phot. 2).

Die Haut eines erwachsenen Weibchens von 7 cm Länge läßt nichts dergleichen erkennen. Sie ist in ihrem Gefüge unverändert geblieben. Auch die großen Schleimbeutel bestehen noch! Ein Teil von ihnen ist zwar stark kollabiert, wird aber resorbiert, ohne daß in der umgebenden lockeren Lederhaut irgend eine Veränderung festgestellt werden könnte. Öfters sind in und um solche Beutel eosinophile Leukozyten vorhanden. An ganz großen, tiefer im Corium zerfallenden Drüsenbälgen sind sogar größere Leukozytenansammlungen vorhanden. Es kann dann zu einer Verwachsung des Drüsenganges kommen, so daß über einen solchen Leukozytenhaufen ein solider Zellzapfen sich ins Corium hineinsenkt (Taf. V, Phot. 3).

Schließlich wurde noch von den ersten Frühjahrsfröschen die Haut eines kleineren, 5,5 cm langen Männchens untersucht. Die Haut ist in bedeutend geringerem Maße angeschwollen, wie bei dem großen ♂. Der untere Teil des Str. spongiosum ist doch gelockert und läßt stellenweise die Mucikarminreaktion erkennen. Trotz mancher zerfallenden großen Schleimdrüsen ist noch eine große Zahl von ihnen erhalten. Ja, allem Anschein nach ist ihnen eine weitere Existenz und Aktivitätsperiode zugesichert, und zwar unter den bereits erwähnten merkwürdigen Bedingungen einer Epithelrenovierung (Taf. V, Phot. 2).

Während bei den Winterfröschen das Epithel der großen Schleimdrüsen immer nur in einer sehr aktiven Sekretionsphase gesehen werden konnte, wobei zwischen seiner Färbung und der des im Lumen vorhandenen Sekretes kein Unterschied zu sehen war, hebt sich hier das Epithel durch seine viel intensivere Färbung vom Lumen ab. Oft genug sind nur winzige Schleimreste im Lumen vorhanden, dagegen scheint es im Epithel zu einer Schleimverdichtung gekommen zu sein, offenbar infolge von der sistierten Schleimsekretion. Aus den wechselreichen Übergangsstadien des physiologischen Zustandes der Drüsen ist auch hier die Tendenz der Rückgängigkeit in der Schleimmetamorphose nicht zu übersehen.

So besteht in manchen Beuteln das Epithel aus kleinen, protoplasmatischen Zellen, an denen noch stellenweise ein schwacher Anflug des Mucikarmins haften kann. In anderen Drüsen ist die sonderbare Umwandlung einzelner heller schleimhaltiger Zellen in intensiv gefärbte Plasmazellen, die eine grobgranuläre Struktur aufweisen, bemerkbar. Das Epithel bietet in diesen Fällen ein äußerst charakteristisches Bild (Taf. V, Phot. 2, 3. Drüse von links). Übergangsphasen sind in Beuteln zu sehen, bei denen ein Teil des Epithels noch schleimhaltig mit Mucikarmin sich färbt, der andere dagegen sehr intensiv mit Lichtgrün gefärbt ist (Taf. V, Phot. 1, 2. Drüsenbeutel von links).

23. IV. 8 cm großes ♂: Immer noch sind Spuren zerfallener Schleimbeutel sichtbar. Im allgemeinen herrscht derselbe Zustand einer sistierten Schleimproduktion wie bei den 5 Wochen früher fixierten ♂ Tieren. An Hand von Mucikarminpräparaten läßt sich die starke Abnahme der in den Drüsen vorhandenen Schleimmengen im Vergleich zu den Winterfröschen beurteilen. Die Lederhaut läßt insofern einen Schritt weiter erkennen, als eine starke Wachstumstendenz der bindegewebigen Fasern vom oberen Teil des Str. spongiosum in den während der Brunstzeit entstandenen Lückenraum zu beobachten ist. Außer einem lockeren, feinfaserigen Geflecht steigen als senkrechte Säulen zu Bündeln vereinigte Fasern hinab, die die Verbindung mit dem Str. compactum wieder herstellen und in dieser Weise die in ihrem Gefüge stark gelockerte Haut wieder festigen.

29. IV. 7,5 cm großes ♀: Das während der Laichzeit schon notierte verschiedene Verhalten der Haut bei ♂ und ♀ Tieren findet auch hier seinen Ausdruck. Trotz des starken Abganges der großen Schleimdrüsen sind bei weitem nicht alle der Resorption anheimgefallen. Es muß aber betont werden, daß auch hier alles für einen Ruhezustand in der Schleimproduktion spricht. Selbst in den großen aus der Winterzeit erhaltenen Beuteln ist das Lumen öfters ganz oder fast ganz schleimfrei, die Drüsenzellen sehr flach, plasmatisch. Das Zugrundegehen der Drüsen, das bei den ♂ offenbar im Zusammenhang mit der Brunst früher angefangen hat und nach der Laichzeit bereits beendet ist, scheint beim ♀ erst jetzt seinen Höhepunkt zu erreichen. Der Abbauprozeß verläuft anders als bei dem ♂. Fast in jedem dieser Beutel sind Haufen von runden Zellen mit dunklen Kernen sichtbar, die samt den Sekretresten nach außen ausgestoßen werden. Daß das keine Leukozyten, sondern aus dem Epithelverband losgelöste, infolge des fehlenden Druckes der Nachbarzellen abgerundete Elemente sind, ist den mikroskopischen Bildern zu entnehmen (Erscheinung der Leukozytoidie, Taf. V, Phot. 4). In dieser Weise gehen durch aktive Loslösung der Drüsenepithelzellen ganze Drüsen zugrunde.

Parallel zu diesen weitgreifenden Abbauprozessen sind solche der Regeneration der Drüsen zu beobachten. Schon bei dem im März fixierten ♀ habe ich, wie schon berichtet wurde, eine Leukozytenansammlung um einen zerfallenen Drüsenbalg gesehen, in die seitens der Epidermis ein solider, langgezogener Zellzapfen hineinragt (Taf. V, Phot. 3). Bei dem vorliegenden ♀ sind solche Bilder aber viel häufiger anzutreffen. In dem Zellzapfen kommt es sehr häufig zur Ausbildung eines Lumens, in dem sich Schleim nachweisen läßt, und in dieser Weise liegt wieder eine erneute Drüse vor (Taf. V, Phot. 5). Nicht immer ist die Stelle des Unterganges eines alten Drüsenbeutels so scharf wie auf diesem Bild zu sehen. Jedenfalls senkt sich immer dort, wo eine in der Richtung der Epidermis hinziehende Wanderzellenschar vorhanden ist, ein Zellzapfen oder kleiner Beutel ins Corium hinein.

Rana esculenta.

Das Verhalten der Schleimdrüsen des Wasserfrosches soll hier nur ganz kurz besprochen werden.

Bei Augusttieren ist genau dieselbe Passivität in bezug auf die Schleimproduktion wie bei *R. fusca* zu verzeichnen. Fig. 2 stellt den Durchschnittstypus dar.

Bei Oktobertieren ist auch hier eine Größenzunahme der Drüsen zu verzeichnen, Hand in Hand damit eine Zunahme der Schleimmengen (Fig. 12). Die Hauptmenge des Schleims ist aber auf das Epithel beschränkt. Daneben sind noch viele Beutel vorhanden ohne eine Spur von Schleim, oder solche, die nur zur Hälfte metamorphosiertes Epithel aufweisen.

Ganz auffallend ist der Unterschied gegenüber dem Grasfrosch im Verhalten der Drüsen während des größten Teiles der Winterruhe. Der Zustand ist bei einzelnen Tieren verschieden und ist regel-

los auf die Wintermonate verteilt. Wenn z. T. im Lumen Schleim in großen Mengen vorhanden ist, so finden sich kaum Anzeichen für eine Schleimausscheidung nach außen hin; zum größten Teil befinden sich auch die Drüsenzellen im Ruhestadium. Erst bei den Ende Februar fixierten Tieren läßt sich ein Zustand Hand in Hand mit einer starken Größenzunahme der Drüsenbeutel feststellen, der an die Verhältnisse bei den Winterfröschen von *R. fusca* erinnert (siehe Tab. 1 unter 23. II). Von den an demselben Tag getöteten Grasfröschen läßt sich in bezug auf die Drüsen insofern ein Unterschied feststellen, als während dort das Maximum der Schleimsekretion überschritten war, hier sämtliche der großen Drüsenbeutel eine pralle, fast kugelrunde Gestalt aufweisen ohne eine Spur von Kontraktion (Fig. 13).

Bei den am 23. IV. fixierten Tieren beiderlei Geschlechtes war bereits in den zum größten Teil noch vorhandenen Drüsenbeuteln im Lumen kein Schleim mehr zu sehen; das Epithel befand sich nunmehr im Ruhezustand der Schleimsekretion.

Ergänzend sollen hier noch einige Beobachtungen, die im Winter 1928 gemacht worden sind, mitgeteilt werden. Zur histologischen Bearbeitung sind, im Gegensatz zu den 1927 aus dem Wasser stammenden Winterfröschen, diesmal Tiere, die im Trockenen unter Laub und Moos zwar nicht von Anfang der Winterschlafperiode an, mindestens aber während einiger Wochen überwinterten. (Im Vorratskasten des Institutsgartens.) Der Winter 1928 war schärfer als der vorhergehende, trotzdem zeigen die am 13. II. untersuchten ♂ und ♀ Tiere einen Zustand der Schleimdrüsen, der ganz an den Ende April vorigen Jahres verzeichneten erinnert. Bei den ♂ weist die Haut noch einen Schritt weiter, indem von den kollabierten Schleimbeuteln der Winterfrösche überhaupt nichts mehr zu sehen ist und die lockere Lederhaut dank den dichtstehenden Bindegewebsbündeln völlig restauriert erscheint. Bei den weiblichen Tieren waren die großen Drüsenbeutel zwar auch hier noch vorhanden; das Epithel bestand aber aus flachen, ruhenden Plasmazellen. Somit deckt sich auch hier der Zustand der Drüsen mit dem der Ende April vorhergehenden Jahres untersuchten ♀.

Am 7. III. wurden zur Kontrolle zwei Pärchen fixiert, die aus dem Schlamm stammten. Sie wiesen ausnahmslos die großen, schleimhaltigen, aktiven Drüsenbeutel der Winterfrösche auf. Nur bei einem der ♂ Tiere ließ sich um mehrere der Drüsenbeutel ein schwacher Anflug von Mucikarmin feststellen — ein Zeichen der beginnenden Schleimdiffusion und des Drüsenzerfalles.

Die zeitliche Verschiebung gegenüber dem Zustand der vorjährigen Märztiere, wo die Schleimdrüsen ihre maximale Tätigkeitsperiode bereits hinter sich hatten, ist wohl auf die strenge Witterung (Frost und Schneefälle) zurückzuführen (längerer Winterschlaf).

Zusammenfassung.

Aus der vorliegenden Untersuchung sind Schlüsse von allgemeinerer Bedeutung zu ziehen. Die Rolle der Schleimdrüsen ist seit altersher in dem Schutz, den ihr Sekret gegen die Verdunstung der Haut bietet, gesehen worden. Indessen ist die starke Größenzunahme der Schleimbeutel und gesteigerte Aktivität des Epithels, damit Hand in Hand gehend auch die Zunahme der produzierten Schleimmengen, auf die Zeit des Winterschlafes beschränkt.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, wenn man noch den Zustand der längere Zeit im Trocknen überwinternden Frösche in Betracht zieht, daß die Zunahme der produzierten Schleimmengen von Bedeutung für das im Wasser überwinternde Tier ist.

Dafür spricht auch die Tatsache, daß das energische Wachstum der Drüsenbeutel, als ein äußerst intensiver Prozeß kurz vor Beginn der Winterschlafzeit einsetzt, der Abbau der Drüsen und Aufhören der großen Sekretionsperiode bei ♂ bereits im Vorfrühling, bei ♀ etwas später im Frühjahr erfolgt. Es wäre nach diesen Mitteilungen sehr gut denkbar, daß der Schleim bei den überwinternden Grasfröschen die Rolle eines Schutzes gegen Diffusion des Wassers zu spielen hat.

Es sollen noch im folgenden einige Angaben der Physiologen mit den Worten Wintersteins gegeben werden:

„Kroghs Untersuchungen ergaben, daß die Atmungsfunktion der Haut und der Lungen, besonders bei *R. fusca*, deutlich gesondert ist, indem nämlich die CO_2 hauptsächlich durch die Haut ausgeschieden, der O_2 hingegen hauptsächlich durch die Lungen aufgenommen wird." Und weiter: „Es ließe sich sehr wohl denken, daß die Haut infolge ihrer besonderen chemischen Beschaffenheit eine viel größere Permeabilität für die CO_2 als die Lungenhaut besitzt. Hierbei könnte besonders der Anwesenheit der überaus zahlreichen Hautdrüsen die Bedeutung zukommen. Wenn diese auch nicht selbst als Respirationsorgane fungieren, wie das Harley angenommen hatte, so könnte doch ihr Sekret entweder einfach, infolge der dadurch bewirkten, immerwährenden Durchfeuchtung der Haut, oder vielleicht auch infolge seiner chemischen Eigenschaften den Durchtritt der CO_2 erleichtern."

Was das verschiedene Verhalten der Drüsen bei *R. fusca* und *R. esculenta* betrifft, so scheint es durch folgende Ergebnisse der Kroghschen Untersuchungen, die ich nach Winterstein zitiere, gerechtfertigt zu sein: „Das Verhältnis der Haut- und Lungenatmung bei *R. fusca* und *esculenta* erwies sich sehr wesentlich verschieden, indem bei der letzteren die Haut ein viel wichtigeres Atmungsorgan ist, als bei der ersteren. *R. esculenta* nimmt unter normalen Umständen etwa ebensoviel Sauerstoff durch die Haut auf, wie durch die Lungen, *R. fusca* hingegen bloß die Hälfte; die erstere scheidet etwa sechsmal soviel Kohlensäure durch die Haut aus, wie durch die Lungen, die zweite nur etwa dreimal so viel."

Somit wäre bei *R. esculenta* unter normalen Umständen die Haut an eine größere Beteiligung an den Atmungsprozeß angepaßt, bei *R. fusca* dagegen müßte erst diese Anpassung als Korrelation zu der herabgesetzten Lungenatmung während des Winterschlafes und zu dem Aufenthalt im Wasser erfolgen.

III. Teil.

Hyla arborea L.

Die Haut der Laubfrösche ist seit langer Zeit ein beliebtes Objekt der histologischen Untersuchung gewesen. Hauptsächlich wurde sie aber für Untersuchungen über Farbwechsel verwandt und dient auch heute noch als Grundlage für das Verständnis dieser Phänomene bei Fröschen überhaupt.

Dagegen liegen systematische Untersuchungen über die Drüsen der Haut kaum vor, wobei es gegebenenfalls üblich war, sich auf den „bekannten Bau der gewöhnlichen Drüsen der Anurenhaut" zu berufen (Schuberg). Es soll damit nicht gesagt sein, daß die Drüsen der Laubfroschhaut

überhaupt histologisch nicht bearbeitet worden sind; hauptsächlich wurden aber die schlauchförmigen Zehenballendrüsen untersucht. So hat Dewitz über verschiedene Zustände dieser Drüsen berichtet. Er hebt hervor, daß sie an den Zehenballen „an Stelle der Schleimdrüsen getreten" sind und „nur eine modifizierte Form derselben" darstellen. Da weiterhin noch Schuberg diese Drüsenform beschrieben hat, erübrigt es sich, im folgenden auf sie nochmals einzugehen. Es sollen nur die Drüsenarten besprochen werden, die in der Rücken- und Bauchhaut von erwachsenen Laubfröschen vorkommen, wobei als Grundlage der Einteilung die physiologische Beschaffenheit des Sekretes als maßgebendes Moment betrachtet werden soll.

Wenn für alle einheimischen Anurenarten in der Bauch- und Rückenhaut zwei Arten von Drüsen feststehen, muß bei *Hyla* noch eine dritte Art unterschieden werden. Die Funktion der Schleim- und Giftdrüsen ist durch die spezifische Beschaffenheit ihres Sekretes wohl charakterisiert; dagegen läßt sich von der Funktion der dritten Drüsenart soviel wie nichts aussagen. Ich werde mich daher nur auf die Beschreibung des Baues und die morphologische Beschaffenheit ihres Sekretes beschränken müssen, zumal in der einschlägigen Literatur keine Angabe über das Vorkommen dieser Drüsenart gefunden werden konnte.

Ehe auf die anatomische Beschreibung der drei Drüsenarten eingegangen wird, soll zunächst ihre Verteilung in verschiedenen Hautbezirken angegeben werden. Von besonderem Interesse scheint hierfür die folgende Angabe Leydigs zu sein: „Die Flüssigkeit des Sekretes, welchem die Eigenschaft besonderer Klebrigkeit zukommt, scheint beim Laubfrosch die ganze Haut, bei anderen Arten nur gewisse Stellen anzuölen oder wie mit einem Firnis zu überziehen. Es will scheinen, daß auf solche Weise dem während des Sommers außer Wasser und immer frei in der Luft sich aufhaltenden Laubfrosch eine gegen allzu große Verdunstung schützende Hülle erwächst." Er gibt weiter an, daß „kleine Drüsen von rundlicher Gestalt bei *Hyla* über die gesamte Haut zerstreut" sind. Nur auf der Rückenfläche von Fingern und Zehengliedern wurden sie von ihm vermißt. Schuberg korrigiert letztere Angabe, indem er sie nur für die Haut über dem Gelenk zwischen der letzten und vorletzten Phalanx bestätigt.

Zählungen der Hautdrüsen beim Laubfrosch liegen in der Literatur nicht vor, abgesehen von einer Angabe Leydigs, daß an den Warzen der Bauchhaut drei oder vier Drüsen ausmünden. Schuberg fand in der Regel mehr Drüsen und ist der Ansicht, daß „dies nach verschiedenen Stellen des Bauches variieren" mag. Daß tatsächlich die Drüsenzahl in den verschiedenen Hautbezirken variiert, wurde schon für alle früher besprochenen Anuren gezeigt. Dasselbe gilt auch für *Hyla*.

Die Zählungen habe ich meistens an Stücken des Str. corneum vorgenommen, die in der früher angegebenen Weise gewonnen wurden. Auch hier ließ sich die Hornschicht ohne Schwierigkeiten abheben und wurde, wie üblich, mit Boraxkarmin etwas angefärbt. Schon nach dem ersten Blick ins Mikroskop wurde es klar, daß dem Laubfrosch in bezug auf seine Drüsenzahl unter allen einheimischen Anuren eine Sonderstellung zukommt, die er ohnehin dank seiner Lebensweise einnimmt. Zur Zählung wurde die Haut ausgewachsener Tiere von möglichst gleicher Körperlänge verwandt. Es wurden in jedem Körperbezirk Hautstücke von etwa 6—15 qmm abgezählt, hin und wieder auch Stichzählungen an Flächen von 1 qmm vorgenommen. In den Fällen, wo in benachbarten Meßquadraten die Drüsen Schwankungen über zehn aufwiesen, habe ich der Exaktheit wegen statt des mittleren Wertes die Angabe der beiden Grenzwerte vorgezogen.

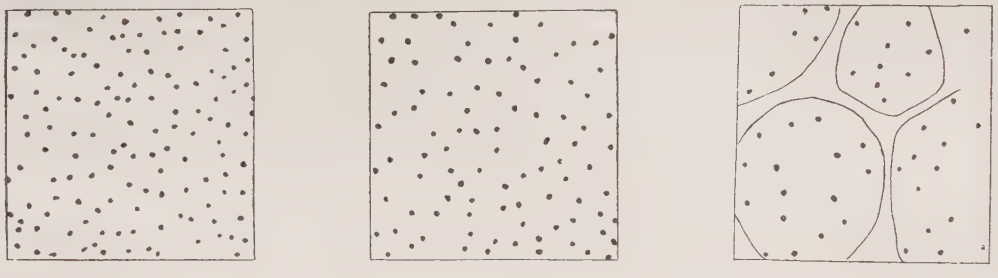
Tabelle 11.

Hyla ♀ (4—4,5 cm groß).

Drüsenzahl für 1 qmm Hautfläche.

A. Rückenhaut	
1. Schnauze	116—132
2. Rumpfmitte	123—132
3. Am hinteren Körperende	94
B. Bauchhaut	
1. Schnauze	128—148
2. Kehle (in der Mitte)	127
3. Bauch a) unmittelbar angrenzend an die Kehle	60
b) etwas weiter unten	47
4. Am hinteren Körperende	26—37.

In der vorliegenden Tabelle fällt zunächst die hohe Drüsenzahl auf, die unter den anderen einheimischen Anuren kein Gegenstück hat. Es sei erinnert, daß Werte über 100 Drüsen auf 1 qmm nur bei ganz jungen Tieren von mir angegeben worden sind *(R. esculenta* und *Bombinator)*, dagegen liegen den obigen Zählergebnissen Häute von völlig ausgewachsenen Tieren zugrunde (bekanntlich



Textfig. 7. a, b, c Drüsenzahlen in Quadratmillimeter: a Rückenhaut oben; b Rückenhaut in der Körpermitte; c Bauchhaut unten.

wächst der Laubfrosch nicht über 4,5 cm hinaus). Auch hier ist, besonders in der Bauchhaut, eine sehr starke Drüsenabnahme vom Kopf bis zum After zu verzeichnen (Textfig. 7 a—c). Es scheint mir von besonderem Interesse zu sein, daß eben die warzige Bauchhaut die rapide Drüsenzahlabnahme zeigt. Beachtenswert sind noch die für die Bauchhaut in der Tabelle unter 3 angegebenen beiden Mittelwerte (60 und 47). Sie stammen von einem gleich auf die untere Kehlhautgrenze folgenden 6 qmm messenden Hautbezirk, und doch dürften sie nicht zu einem Mittelwert zusammengezogen werden, da nach den ersten 3 qmm ein sehr wohl merkbarer Abfall der Drüsenzahlen einsetzte.

Bei einem genau so großen ♂ (aus derselben Gegend) waren die Zählresultate mit den eben angegebenen übereinstimmend. Die geringen Unterschiede überschritten keinesfalls die Grenze der in der Tabelle notierten Schwankungen. In einem Punkt ergab sich aber ein wesentlicher Unterschied, nämlich in der Drüsenzahl der Kehlhaut. Sie betrug beim ♂ im Mittel 76 Drüsen auf 1 qmm, also etwas über die Hälfte der Drüsenzahl der Schnauzenspitze an der Unterseite desselben Tieres (132 Drüsen in 1 qmm). Diesen 76 Drüsenöffnungen stehen beim Weibchen 127 gegenüber. Beide Zahlen sind der Mitte der Kehlhaut entnommen worden. Indessen scheint dieses Verhalten insofern erklärbar zu sein, als die Kehlhaut des ♂ eine beträchtliche Dehnung erfahren hat und zu dem be-

kannten dünnhäutigen Kehlsack ausgewachsen ist. Auch in der Haut der Extremitäten läßt sich je nach den verschiedenen Bezirken eine verschiedene Drüsenzahl feststellen.

Folgender Tabelle liegt die Haut von der Hintergliedmaße des erwähnten männlichen Laubfrosches zugrunde.

Tabelle 12.

Drüsenzahl der Hintergliedmaße auf 1 qmm.

Rückenseite.	
1. Oberschenkel an der Hüfte	62
2. „ weiter nach unten	80
3. Unterschenkel	137
4. Fingerhaut dicht unter den Haftballen	
a) 4. Finger	150
b) 3. „	128
Ventralseite.	
1. Warzige Haut des Oberschenkels an der Hüfte	32.

Aus Tabelle 12 ist zu entnehmen, daß die Drüsen an der Rückenseite der Hintergliedmaße von der Oberschenkel- bis zur Fingerhaut an Zahl stark zunehmen. Vielleicht ist diese Tatsache mit der so oft behandelten Frage nach der Bedeutung des Drüsensekretes für die Haftfunktion der Zehenballen des Laubfrosches in Zusammenhang zu bringen. Es würde aber viel zu weit führen, auf diese Frage hier näher einzugehen. Ich verweise auf die betreffende Literatur (Wittich, Brehm, Leydig, Dewitz, Schuberg). Eins aber muß hervorgehoben werden, um Mißverständnissen vorzubeugen, nämlich daß sämtliche in bezug auf diese Frage aufgestellten Theorien von den schlauchförmigen Endballendrüsen handeln, die oben angeführten Zahlen aber für den dicht an den Endballen angrenzenden Hautbezirk gelten. Trotzdem muß nach wie vor die Frage aufgeworfen werden, ob nicht vielleicht die speziell an den Fingerspitzen so hohe Drüsenzahl für den Anheftungsvorgang von Bedeutung ist.

Die Gift- und Schleimdrüsen.

Über das Verhältnis zwischen den Zahlen der beiden Drüsenarten kann ich nur eine ungefähre Angabe machen, da beim Zählen die Größe der Drüsenöffnungen kein sicheres Kriterium abgibt. Schon bei einer flüchtigen Betrachtung der Schnittserien gewinnt man den Eindruck, daß die Giftdrüsen, obwohl sie an Zahl gegenüber den Schleimdrüsen zurücktreten, doch über die ganze Haut viel gleichmäßiger zerstreut sind als bei den *Rana*-Arten.

Es zeigt z. B. ein 5 mm langer Schnitt bei vier Tieren folgendes Verhältnis der beiden Drüsenarten:

Schleimdrüsen	25, 24, 28, 32
Giftdrüsen	21, 20, 19, 20.

Indessen stellen diese Zahlen keine absoluten Werte dar, da ein zu demselben Drüsenbeutel gehöriger Durchschnitt, besonders bei den Giftdrüsen, in mehreren Nachbarschnitten auftritt. Es kann aber mit ihrer Hilfe ein gewisser Aufschluß über das wirkliche Verhältnis gewonnen werden, besonders beim Vergleich mit nicht gerade am Seitenwulst gelegenen Schnitten bei *Rana*-Arten. Z. B. sind in der Haut von *R. fusca* in einem 1 qmm messenden Schnitt bei einem Tier auf 38 Schleimdrüsen 8 Giftdrüsen, bei einem anderen auf 20 Schleimdrüsen 5 Giftdrüsen zu verzeichnen.

Was die Ausmaße betrifft, so sind bei *Hyla* die Schleimdrüsen außerordentlich klein und erreichen niemals die Dimensionen, die z. B. bei *Rana*-Arten den Durchschnitt ausmachen. Die Giftdrüsen sind auch hier, wie bei allen Anuren, bedeutend größer. Eine Tabelle mit der Zusammenstellung der Drüsengrößen wird in anderem Zusammenhang weiter unten gegeben.

Das Schleimdrüsenepithel besteht aus Zellen, die nicht so dicht nebeneinander zu stehen kommen wie bei *R. fusca* oder *esculenta* und im Gegensatz zu diesen noch auf jedem Sekretionsstadium verhältnismäßig weite Lückenräume zwischen sich erkennen lassen. Sie fallen, wie üblich, bei der Schleimsekretion allen den mit den verschiedenen Sekretionsphasen verbundenen Wandlungen anheim, so daß sie bald kubisch, bald zylindrisch erscheinen.

Da die Schleimsekretion in ihren Einzelheiten bekannt ist, erübrigt sich, auf sie nochmals einzugehen; es muß nur an dieser Stelle hervorgehoben werden, daß bei *Hyla* die Mucinreaktion niemals so scharf ausgefallen ist wie bei den *Rana*- oder *Bufo*-Arten. Immer wieder erscheinen bei der Behandlung mit M a y e r schem Mucikarmin nur ganz vereinzelte Zellen mit dem Farbstoff beladen, viel häufiger war der Zellinhalt und in der Regel sogar das Sekret im Drüsenlumen (bei mehreren Tieren) ausschließlich mit Plasmafarbstoffen tingiert. Aber auch „das Ausbleiben jeder Färbung" darf nach H o y e r nicht „als sicherer Beweis für die Abwesenheit der Umwandlungsprodukte des Mucins aufgefaßt werden". Seine weiteren Ausführungen, daß „das Mucin, eine Kombination von zwei Substanzen, einer gallertartigen, quellungsfähigen, an Quantität dominierenden und einer zweiten mit der ersteren meist innig verbundenen, aber wesentlich sparsameren ..." sei, könnten vielleicht für dieses Verhalten von Bedeutung sein.

Das Sekret der Giftdrüsen besteht bei *Hyla* aus verhältnismäßig großen Kugeln, die zu riesigen, unförmigen Tropfen anquellen können (Fig. 14; Taf. VI, Phot. 6).

Bei keinem einzigen der einheimischen Anuren sind in den Giftdrüsen Körner von dieser Größe vorhanden gewesen; im Durchschnitt übertreffen sie sogar den Kern in dieser Beziehung. Sehr häufig ist bei ihnen eine dellenförmige Einsenkung zu sehen, wodurch in der Profilansicht eine halbmondförmige Figur entsteht. In bezug auf Färbungsintensität und Größe läßt sich in einem Drüsenbeutel eine ganze Skala von Übergängen beobachten (Taf. VI, Phot. 6). Neben ganz dunklen, mit H e i d e n h a i n tiefschwarz gefärbten Kugeln liegen hellere, die sich nur um eine kleine Nuance abheben von der gerüstartig um die Körner ausgespannten Masse. In gewissen Zuständen verblaßt die Farbe der Sekrettröpfchen derart, daß von ihnen kaum noch etwas zu sehen ist und nun die normal mit Plasmafarbstoff tingierte Grundmasse als weitmaschiges Netz in den Vordergrund tritt. In dieser Weise entsteht gewissermaßen ein Negativ der Körner, wie das ganz analog von N i c o g l u für Tritonen beschrieben worden ist.

Das Epithel der Giftdrüsen ist für den Laubfrosch, soviel mir bekannt ist, noch nicht beschrieben worden. D e w i t z, der auf diese Verhältnisse geachtet hat, berichtet nur, daß es ihm niemals gelungen ist, ein solches wahrzunehmen. Tatsächlich konnte auch ich bei einer ganzen Reihe von Tieren nichts als wohlerhaltene, wandständige Kerne mit geringen Plasmaresten auffinden. Nur in ganz vereinzelten Fällen habe ich doch noch ein unverbrauchtes Epithel sehen können. Die Fig. 14 stammt von einem Tier, bei dem unter vielen Drüsenbeuteln einige ein stellenweise noch ganz erhaltenes Epithel aufwiesen. Zellgrenzen waren nicht zu sehen; auch nach dem Lumen zu fehlte jede scharfe Abgrenzung, wobei dank der Bildung von großen Giftkörnern an den terminalen Enden eine stark gefranste Linie entstand. Die ziemlich kleinen hellen und bläschenförmigen Kerne liegen wandständig in verhältnismäßig weiten Abständen voneinander entfernt in einer feinwabig strukturierten

dichten Plasmamasse. Sowohl das Vorhandensein von Vakuolen, wie auch das Auftreten von winzig kleinen dunklen Körnchen im Plasma — dem frühesten Stadium des Sekretkörnchens — lassen den Schluß ziehen, daß die Sekretion in den Giftdrüsen bei *Hyla* ganz analog der Giftsekretion bei *R. fusca* verläuft.

Die Drüsen der dritten Art.

Die dritte Drüsenart stellt die seltenste Form der Rückenhautdrüsen dar und kann sogar in ganzen Schnittserien fehlen. (Auf 23 Giftdrüsen höchstens 2—3.) Wo sie aber vorkommt, ist sie aufs schärfste von den anderen Drüsenarten sowohl durch die Beschaffenheit ihres Epithels, hauptsächlich aber durch die ihres Sekretes zu unterscheiden (Taf. III, Fig. 15 u. 16). Nur der äußeren Gestalt nach würde man sie schwer von den Giftdrüsen unterscheiden können, da sie deren Durchschnittsgröße erreichen können.

Es kann aber keinem Zweifel unterliegen, daß hier eine spezifische Drüsenart vorliegt und kein besonderes Zustandsbild der Giftdrüse. Ich konnte nämlich die betreffende Drüsenart in allen Altersstadien verfolgen und sogar einen von den Giftdrüsen abweichenden Regenerationsmodus feststellen. Auch scheint die Aktivität dieser Drüsen (wenigstens in der Rückenhaut) mit derjenigen der Giftdrüsen nicht Schritt zu halten.

Man sieht bei diesen Drüsen immer, auch wenn die benachbarten Giftdrüsen keine Spur von Epithel mehr aufweisen, ein mindestens stellenweise noch ganz erhaltenes Epithel mit großen, dicht gelagerten Kernen. Es scheint etwas flacher zu sein als das der Giftdrüsen; sein dem Lumen zugekehrter Rand zeigt nicht die für jene so charakteristische Ausfransung, sondern geht mehr gleichmäßig in die den Beutel ausfüllende Sekretmasse über (Fig. 15 und 17). Das Sekret ist im Gegensatz zu den Giftdrüsen am besten durch den Umstand charakterisiert, daß ihm geformte Elemente gänzlich zu fehlen scheinen. In der Mehrzahl der Fälle macht es einen durchaus schaumartigen Eindruck; in der Bauchhaut ist es oft auch in Form von feinen, scheinbar in einer ungefärbten Flüssigkeit suspendierten Körnchen sichtbar (Fig. 16).

Im Epithel waren keine Zellgrenzen zu sehen. Die ganz dicht und unregelmäßig gelagerten Kerne würden auch dafür sprechen, daß ein Synzytium vorliegt. Trotzdem waren in einer verhältnismäßig jungen Drüse desselben Typus in der Bauchhaut Zellgrenzen deutlich zu verfolgen. Gemeinsam mit den Giftdrüsen hat diese Drüsenform auch einen verhältnismäßig sehr dicken Muskelbelag.

Über die Funktion der Drüsen dieses Typus weiß ich, wie oben gesagt wurde, nichts zu berichten. Vielleicht dürfte als ein Fingerzeig der Umstand aufgefaßt werden, daß sie in der Bauchhaut, trotz der geringeren Gesamtzahl der Drüsen, sogar noch häufiger als in der Rückenhaut vorzukommen scheinen, wobei sie unter Umständen noch größere Ausmaße erreichen können (vergl. Fig. 15 und 16, die von der Bauch- und Rückenhaut desselben Tieres stammen); überhaupt übertrafen diese Drüsen in der Bauchhaut alle übrigen an Größe. Da bei *Hyla* der Bauchhaut beim Klettern eine besondere Rolle zukommt und dem Drüsensekret hierfür eine funktionelle Bedeutung zugeschrieben wurde, könnte es sich vielleicht um das klebrige Sekret handeln, welches schon Leydig bei den Laubfröschen aufgefallen ist.

Bei Urodelen wurden seit Nicoglu auch Drüsen eines dritten Typus unterschieden. Es sind darunter Drüsen gedacht, die in einem Beutel sowohl gift- wie schleimbildende Zellen enthalten. Bei Anuren sind solche Drüsen bisher vollkommen vermißt worden. Ein einziges Mal habe ich jedoch beim Laubfrosch solch eine gemischte Drüse gesehen; Taf. VI, Phot. 7 zeigt diesen offenbar ursprünglichen Schleimbeutel mit gemischtem Epithel versehen.

Nachdem wir die Drüsenbeutel ausführlich beschrieben haben, gehen wir zur Schilderung der Ausführungsgänge über.

Der Ausführungsgang der Rückenhautdrüsen.

Der Ausführungsgang der Rückenhautdrüsen zeigt bei *Hyla* einen so eigenartigen und merkwürdigen Bau, daß er an dieser Stelle einer eingehenderen Besprechung unterzogen werden muß. Es muß dies um so mehr geschehen, als in der einschlägigen Literatur nicht einmal ein Hinweis auf seine sehr komplizierten und hoch spezialisierten Einrichtungen gefunden werden konnte.

Noch vor der histologischen Untersuchung fiel mir bei *Hyla* die sehr hohe Drüsenzahl in einer Flächeneinheit auf. Diese Tatsache wollte nicht recht in die Reihe hineinpassen, die sich für die verschiedenen Anurenarten in bezug auf ihre Drüsenzahl im Zusammenhang mit der Lebensweise aufstellen ließ. Wenn auch die extreme, von allen anuren Batrachiern so stark abweichende Lebensweise des Laubfrosches einen Ausschlag der Drüsenzahl in irgend einer Richtung erwarten ließ, so darf nicht verschwiegen werden, daß die Zählresultate doch alle Erwartungen übertroffen haben.

Eine Aufklärung konnte nur von einer histologischen Bearbeitung der Haut erwartet werden; tatsächlich war dies auch der Fall. Es hat sich herausgestellt, daß der Ausführungsgang bei *Hyla* den Drüsenausführungsgängen der anderen einheimischen Anuren gar nicht gleichzusetzen ist. Er hat sich im Bereich der Epidermis so stark modifiziert, daß man, da es sich um mehrere auf ein Ziel hinaus spezialisierte Zellen handelt, von einem ganzen Schließapparat der Drüsen sprechen kann.

Ja, man kann bei dem ersten Eindruck nicht umhin, an den Spaltöffnungsapparat der Pflanzen zu denken. Die Analogie scheint soweit zu gehen, daß es mir unmöglich ist, den einzelnen Zellen des Schließapparates andere Namen zu geben, als es in der Botanik geschehen ist. So müssen zwei beiderseits den Gang begrenzende Zellen als die eigentlichen Schließzellen, einige andere, die Schließzellen umgreifende, als Nebenzellen bezeichnet werden (Fig. 18, 19, 20). Die Schließzellen übertreffen die anderen an Größe, sowohl in der Längs- wie auch in der Querachse. Sie sind es, die funktionell die größte Rolle im ganzen Apparat zu spielen haben. Doch ehe auf den Bau der einzelnen Zellen näher eingegangen wird, soll die Gestalt der gesamten Schließvorrichtung besprochen werden. Der folgenden Beschreibung liegen meistens Schnittserien, die von der Rückenhaut eines besonders großen, ausgewachsenen Laubfrosches stammen, zugrunde.

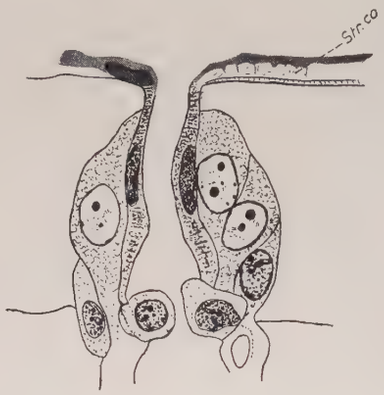
Der Schließapparat hat in geschlossenem Zustande die Gestalt eines am oberen Ende stark kolbig aufgetriebenen oder eines mehr walzenförmigen Gebildes, je nachdem ob er tiefer in der Epidermis zu liegen kommt, oder näher an die Oberfläche heranreicht (Taf. VI, Phot. 8; Taf. III, Fig. 20). Im allgemeinen ist er wenigstens durch 2—3 Zellschichten von der Hautoberfläche getrennt, seltener kommt der obere Teil des Apparates in der Höhe der äußeren Epidermisschicht zu liegen. Über diese zieht aber immer noch die Hornschicht hinweg, und indem sie sich in den Gang hineinsenkt, bildet sie einen ununterbrochenen Überzug des Ausführungsganges.

Der Hornüberzug des Ausführungsganges.

An den mit Heidenhain gefärbten Präparaten ist deutlich zu erkennen, daß zwischen der Hornschicht und den Zellen des Schließapparates Interzellulargänge mit Int.-Brücken eingeschaltet sind. Dies ist auch ohne weiteres klar; denn dieser Hornschichtüberzug entsteht aus in die Tiefe

eingesenkten Epidermiszellen, die wie gewöhnlich von ihrer Nachbarzelle durch Interzellularräume getrennt sind (Fig. 21). Noch während die alte Hornschicht die Epidermis bedeckt, können die darunter liegenden an den Ausführungsgang angrenzenden Zellen durch gleitendes Wachstum sich nach unten hinabzuschieben beginnen. Daß dieses Hineinwachsen in die Tiefe nur auf einem Stadium möglich ist, wo die Zellen noch keine Spur von Verhornung zeigen, liegt klar auf der Hand.

Die Textfig. 8 läßt diese Verhältnisse mit aller Schärfe hervortreten. Die alte Hornschicht ist bereits abgestoßen. In der nächstfolgenden Schicht geht der Verhornungsprozeß vor sich in der Weise, daß in den stark abgeflachten Zellen der basale Teil nicht gefärbt und plasmaleer erscheint. Nur stellenweise erkennt man feine Bälkchen und Fäden, die mit dem am terminalen Zellende angehäuften und bereits verhornenden Plasma zusammenhängen. Die ganz flachen Kerne zeigen an



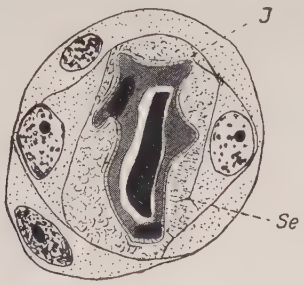
Textfig. 8. Schließapparat einer Giftdrüse. Ok. 4. $^1/_{12}$ Immers. 170 mm Tub. Zeichenapp.

dem mit Hämalaun-Eosin gefärbten Präparate einen Stich ins Rote, ein Zeichen, daß die hornige Umwandlung des Karyoplasmas in ihrem Anfangsstadium ist. Die zwei im Ausführungsgange noch auf der Höhe der oberen Schließzellenhälften liegenden, stark langgezogenen Kerne sind noch gar nicht vom Verhornungsprozeß berührt. Aus den Bildern, die das Endstadium des Verhornungsprozesses darstellen, ist aber zu ersehen, daß die sich einsenkenden Zellen soweit nach unten hineinwachsen, bis schließlich ihre Kerne bis an die untere Grenze des Schließapparates gelangen. Aus der Texfig. 8 geht aber hervor, daß, obwohl die Kerne im Ausführungsgange noch einen weiten Weg nach unten haben, die Wachstumsmöglichkeit der eingesenkten Zellen dadurch erschöpft zu sein scheint, daß sie bereits bis an die Basis des Schließapparates reichen. Trotzdem muß ein weiteres Wachstum aus folgenden Gründen angenommen werden. Erstens, da die Kerne der eingesenkten Zellen niemals im oberen Teil des Ausführungsganges stehen bleiben, so muß man, um ihr Vorkommen an der Basis des Apparates zu erklären, ein weiteres Wachstum annehmen, wenn man nicht zu der unwahrscheinlichen Annahme greifen will, daß noch eine aktive Wanderung in den in ihrem Wachstum sistierten und verhornten Zellen möglich ist. Zweitens kann nur durch die Annahme eines Weiterwachsens der betreffenden Zellen die starke Materialanhäufung, die an der Basis des Schließapparates in Form einer dicken Hornleiste zu sehen ist, erklärt werden.

Die basale Hornleiste.

An Flachschnitten, die den Schließapparat ziemlich weit in der Tiefe getroffen haben, läßt sich eine sehr starke Verdickung der Hornauskleidung erkennen, in der die für verhornte Zellen typischen

dunklen und häufig eckigen Kerne zu sehen sind (Textfig. 9). Aus der Zahl der Kerne läßt sich folgern, daß die Auskleidung des Ausführungsganges von mehr als einer Zelle bewerkstelligt wird. (Im Gegensatz zu der Trichterzelle der Urodelen von N i c o g l u.) Es wollte mir aber niemals gelingen, mehr als zwei Kerne der verdickten Hornschicht in einem Schnitt zu bekommen. Trotzdem ist es nicht ausgeschlossen, daß an der Auskleidung des Ausführungsganges drei Zellen beteiligt sind, da an der Oberfläche der Epidermis der Y-förmige Spalt von drei verhornten Zellen umgeben wird. Diese Kerne kommen an den verschiedensten Stellen des basalen Hornringes zu liegen und so kann man sie immer wieder in verschiedener Lagebeziehung zueinander finden.



Textfig. 9. Querschnitt durch den Basalteil eines geschlossenen Ausführungsganges. Ok. 4. $^1/_{12}$ Immers. 170 mm Zeichenapp.

Textfig. 10. Querschnitt durch den Basalteil eines offenen Ausführungsganges. Ok. 4. $^1/_{12}$ Immers. 170 mm Zeichenapp.

Im geschlossenen Zustand zeigt die basale Hornleiste eine mehr oder weniger deutlich ausgeprägte viereckige Gestalt (Textfig. 9). Bei geöffnetem Ausführungsgang wird das Viereck zu einem weiten Ring ausgedehnt (Textfig. 10). Es muß sich bei dem Öffnungsvorgang um eine ziemlich große Kraft handeln, die den verhältnismäßig so starken Hornring auszudehnen vermag. Seine Bedeutung für den gesamten Schließapparat als mechanische Befestigung und Stütze ist nicht zu unterschätzen. Dank seiner Elastizität gibt er bei dem Öffnungszug nach, so daß keine Gefahr des Zerreißens bestehen kann. Entsprechend der viereckigen Gestalt der unteren Hornleiste ist auch die Gestalt des gesamten den Innenraum des Schließapparates auskleidenden Hornüberzuges viereckig, was an schief geführten Schnitten zu sehen ist (Taf. III, Fig. 21).

Die Schließ- und Nebenzellen.

Was die Schließzellen selbst betrifft, so erscheinen sie an Flachschnitten als große halbmondförmige Zellen; der längeren Achse des Querschnittes entsprechen die längeren Viereckseiten der basalen Hornleiste (Textfig. 9 und Fig. 19). Nach unten zu werden die Schließzellen immer schmäler, was auf Fig. 22 und 23 a zu sehen ist.

Um die Schließzellen legen sich schirmartig die Nebenzellen herum, indem sie von diesen nur durch Interzellularen getrennt sind. Um je eine Schließzelle scheinen drei Nebenzellen gruppiert zu sein, die sich durch einen viel schmäleren Zelleib und durch eine kürzere vertikale Zellachse auszeichnen. Sie erreichen aber eine sehr beträchtliche Länge in horizontaler Richtung, so daß ihre Enden übereinandergreifen. Aus dieser Nebenzellenanordnung ergibt sich, daß der Öffnungsspalt nur von den beiden Schließzellen umgeben wird und daß die Nebenzellen eigentlich eine Schranke für eine allzuweite Öffnungsmöglichkeit darstellen. Auch dieses bestätigt die Annahme, daß im Schließapparat den Schließzellen die größte funktionelle Bedeutung zukommt. Weitere Aufschlüsse über die Gestalt

der einzelnen Zellen geben Schnitte, die die Außenwand nur eines Schließpartners (Schließzelle und die ihr entsprechenden Nebenzellen) tangential getroffen haben. Fig. 22 zeigt einen derart parallel zur Längsachse einer Schließzelle geführten Schnitt. Es ist zu sehen, daß die auf ihrem oberen Pol kolbig aufgetriebene Schließzelle nach unten zu sich wieder stark verjüngt. Von den beiden seitlichen Nebenzellen ist die rechte in der Mitte getroffen, die linke dagegen an ihrem Ende angeschnitten; sie läßt den Interzellularraum zwischen sich und der Schließzelle erkennen. Von der dritten Nebenzelle schimmert nur der Kern durch. Es ist das die zweitgrößte Zelle im Schließapparat, sie umgibt schirmartig die Schließzelle.

Wichtig ist der Befund, daß an der Ansatzstelle der beiden seitlichen Nebenzellen eine Art Leiste ausgebildet ist, so daß wieder an der Stelle, wo die Nebenzellen den Halszellen aufsitzen, eine mechanische Befestigung gegeben ist (Fig. 22, L e i).

Umsonst sucht man im oberen Teil des Schließapparates nach irgendwelchen spezifischen Strukturen. Das Plasma der Schließzellen, wie auch der Nebenzellen, erscheint überall durchaus gleichmäßig und läßt bei starker Vergrößerung nur eine wabige Struktur zutage treten (Fig. 19). Wenn man dagegen den Schließapparat tiefer unten, etwa im Bereiche der basalen Hornleiste betrachtet, so weisen die Zellen eine mehrstrahlige Struktur im Plasma auf. Diese ist sehr leicht mit den hier unten besonders prägnant auftretenden Interzellularbrücken, die den Interzellularraum rings um die Hornleiste durchziehen, in Zusammenhang zu bringen (Fig. 24). Auch an der Grenzwand zwischen den Schließ- und Nebenzellen sind feine Fädchen zu sehen, die von einer Zelle in die andere ziehen, so daß ein strahlenförmiger Saum um die Schließzelle herum zustande kommt. Diese Tatsache scheint mir von besonderer Wichtigkeit zu sein, da sie doch für nichts anderes als den innigen Zusammenhang der einzelnen Zellen des ganzen Apparates spricht und ihre koordinierte Funktion ermöglicht.

Es kann kein Zweifel darüber bestehen, daß es sich hier um verbindende Interzellularbrücken handelt, die einen regen Stoffaustausch, gleichzeitig aber auch die Reizleitung vermitteln können. Die Zellgrenzen der einzelnen Zellen sind nunmehr im Gegensatz zum oberen Pol des Schließapparates nicht mehr glatt, sondern gezackt, wodurch wieder ein Ineinandergreifen und eine nähere Beziehung zueinander betont wird (vergl. Fig. 24 mit Fig. 18). Zu dem, was oben über die basale Hornleiste gesagt wurde, muß noch hinzugefügt werden, daß stellenweise mehr oder weniger breite Fortsätze tief in die Schließzellen hineinreichen, so daß diese auf den versteifenden Hornleisten in einer sehr charakteristischen Weise ausgespannt zu sein scheinen (Fig. 24). An diesen Hornleisten entlang kommen auch die Interzellularspalten bis tief in die Zelle hinein und kommunizieren mit dem Interzellularraum, der die Schließzellen umgibt.

Es kann nicht stark genug betont werden, daß diese ausgiebige Durchäderung der Zellen durch Interzellularräume gerade an der Ansatzstelle des Schließapparates in viel stärkerem Maße als in seinem oberen Teil ausgeprägt ist.

Der geschlossene Ausführungsgang.

Der Schließapparat, der mehr oder weniger fest geschlossenen Drüsen zeichnet sich durch sehr turgeszente, flüssigkeitsreiche Zellen aus und fällt besonders im Gegensatz zu den benachbarten Epidermiszellen durch viel hellere Färbung auf (Fig. 20; Taf. VI, Phot. 6). Aber auch innerhalb des Apparates läßt sich häufig eine Abstufung in bezug auf die Helligkeit erkennen, indem die eigentlichen Schließzellen heller als die Nebenzellen erscheinen (Fig. 19; Taf. VI, Phot. 8).

Die Kerne, sowohl der Schließ- wie auch der Nebenzellen, sind in ihrer Form und Beschaffenheit sehr wohl charakterisiert. Im geschlossenen Schließapparat sind sie von bläschenförmiger Gestalt und übertreffen die benachbarten Epidermiskerne an Größe. Das Karyoplasma der Schließzellkerne ist so hell, daß es im Vergleich mit dem ohnehin hellen Zellplasma fast ungefärbt erscheint. Um so deutlicher tritt die Kernmembran hervor. Um die stets vorhandenen, großen Kernkörperchen herum sind Chromatinkörnchen von verschiedener Größe diffus verteilt. Auch in der Kerngröße läßt sich dieselbe Abstufung, die an ihren Zellen wahrgenommen wurde, wieder feststellen. Vielfach nimmt mit der Größe auch der Helligkeitsgrad der Kerne ab. Auf die Beschaffenheit der Kerne im geschlossenen Schließapparat soll weiter unten eingegangen werden.

Je nachdem, ob man im Schnitt den Schließapparat mehr nach innen zu oder an der Peripherie trifft, ergibt sich eine andere Lagebeziehung der Schließzellen zueinander. An der Peripherie springen sie mit ihren breiten Zelleibern stark gegeneinander vor, so daß sie sich berühren und kaum einen Spalt erkennen lassen. Einen Schritt weiter kommt ein verhältnismäßig geräumiger Gang zwischen ihren nunmehr stark gezackten freien Zellwänden zum Vorschein (Fig. 23 a u. b). Bei geschlossenen oder kaum geöffneten Ausführungsgängen hat es den Anschein, als ob der Einbuchtung einer der Schließzellen eine Verwölbung der anderen entspricht, so daß die Zellen lose ineinander greifen (Taf. IV, Fig. 25, 26). Das Gesagte bezieht sich nur auf die oberen Zellpartien.

Oft genug liegen aber die Verhältnisse so, daß, wenn auch eine Zelleinsenkung mit einer Ausbuchtung auf der gegenüberliegenden Seite räumlich zusammenfällt, die Größenverhältnisse doch nicht genau einander entsprechen (Fig. 23 a).

Bei weit offenen Ausführungsgängen schwinden die Einkerbungen vollkommen, und die Zellwand verläuft nunmehr fast in gerader Linie (Fig. 27, 28). Dieser Umstand bekräftigt die Annahme, daß die Einkerbungen der freien Schließzellenwand keine feste, stete Gestaltungsform sind, sondern nur als Ausdruck des jeweiligen dynamischen Zustandes der Zellen bestehen. Ihr Vorhandensein scheint durch die Tatsache geklärt zu sein, daß die Hornauskleidung des Ausführungsganges nicht überall gleichmäßig dick ist. An Stellen, wo sie dünner erscheint, vermag eine Turgoränderung eine Einsenkung hervorzurufen, während die verdickten Stellen einen Widerstand zu leisten vermögen. Dies kann man zuweilen mit aller Deutlichkeit an den mikroskopischen Bildern ablesen, indem den eingesenkten Stellen eine verhältnismäßig dünne, den hervorgewölbten dagegen eine dicke Hornschicht anlagert. Daß bei den weit offenen Ausführungsgängen auch die verdickten Stellen des Hornüberzuges nachgeben müssen, ist auf die hohe Kraft, die das Öffnen des Schließapparates verursacht, zurückzuführen.

Der offene Ausführungsgang.

Bisher wurden die Verhältnisse, wie sie bei geschlossenen Ausführungsgängen vorliegen, geschildert. Es soll jetzt auf den offenen Ausführungsgang eingegangen werden. Die Veränderungen, die ein weit offener Ausführungsgang erleidet, sind in allen Beziehungen außerordentlich groß. Ja, wenn man nicht zuvor an geschlossenen Ausführungsgängen jede einzelne Zelle als eine bestimmte histologische Einheit erkannt hätte, würde man bei dem Versuche, den genauen Bau des Apparates etwa an einem offenen Ausführungsgang zu studieren, auf große Schwierigkeiten stoßen. Das kommt aber daher, daß sämtliche Zellen eine sehr starke Schrumpfung erleiden, wobei der ganze Schließapparat an Volumen stark abnimmt.

Die im geschlossenen Zustand hellen und turgeszenten Zellen verwandeln sich durch großen Flüssigkeitsverlust in dunkle, schmale, fast wie Lamellen aussehende Zellen, die nunmehr von der umgebenden Epidermis gar nicht mehr abstechen, da sie denselben Färbungsgrad wie jene aufweisen. Genau so starke Veränderungen erleiden auch die Kerne. Sie werden schmal und so dunkel gefärbt, daß man nur mit Mühe die feineren Strukturen zu sehen bekommt. Die schmale, stark langgezogene Gestalt der Kerne erlaubt es, auf die Richtung des Druckes, der beim Öffnen des Ausführungsganges zur Geltung kommt, zu schließen (Taf. IV, Fig. 27, 28).

Sehr merkwürdig ist das Verhalten des einer offenen Drüse benachbarten Epidermisbezirkes. Während um die typisch geschlossenen Schleim- und Giftdrüsen herum die Epidermiszellen durch sehr weite Interzellularräume, in denen Interzellularbrücken aufs deutlichste zu erkennen sind, getrennt erscheinen und sich auch zwischen sie und den Schließapparat ein weiter Lückenraum einschiebt, fehlen der nächsten Umgebung eines offenen Ausführungsganges die Interzellularräume vollkommen (Fig. 23, 25, 26).

Bei Anwendung stärkster Vergrößerungen kann man sie zwar hier und da wiedererkennen, sie erscheinen aber an diesen Stellen als außerordentlich schmale und winzige Spalten (vergl. Fig. 26 mit 28). Das Verhalten der Interzellularräume ist so spezifisch, daß selbst unmittelbar benachbarte Drüsen, je nachdem, ob sie offen oder geschlossen sind, diese Unterschiede aufs deutlichste zeigen. Die Figuren geben nur solche Drüsen wieder, bei denen man mit aller Sicherheit sagen konnte, ob es sich um eine fest geschlossene oder offene Drüse handelt. Man findet aber eine ganze Reihe von Übergangsstadien, wo man nicht recht zu sagen weiß, ob ein erst wieder geschlossener oder sich zum Öffnen anschickender Schließapparat vorliegt. In diesen Fällen fehlen meistens die Interzellularräume.

Bei sorgfältiger Durchmusterung vieler Schnittserien stößt man zuweilen auf Drüsenausführungsgänge, die im Begriffe sind, sich zu öffnen, oder sich eben erst geöffnet haben. Es ist dann der Schließapparat noch verhältnismäßig hell; auch an den Kernen läßt sich noch keine Veränderung feststellen. Was aber die Interzellularräume betrifft, so sind sie in der Richtung von der Hautoberfläche her zum basalen Epidermisteil im Schwinden begriffen (Fig. 23 a).

Aus diesem Verhalten des sich öffnenden Schließapparates ist zu entnehmen, daß die Veränderungen, die an offenen Ausführungsgängen wahrgenommen werden, sich als Folge des Öffnens, nicht als dessen Ursache einstellen.

Der Drüsenhals.

Auf den Schließapparat folgt nach unten hin ein bei *Hyla* im Durchschnitt verhältnismäßig langes Halsstück. Seine Länge schwankt z. B. bei den Schleimdrüsen ein und desselben Tieres zwischen 19,2—32 μ. Wenn man die Messungen an mehreren Tieren vornimmt, so findet man mitunter auch Werte von 16 μ. Die Durchschnittlänge läßt sich zu 22,4 μ angeben. (Der Hals der Giftdrüsen kann noch höhere Werte aufweisen.) Aus mittleren Längsschnitten geht hervor, daß der Drüsenhals von zwei Zellenlagen gebildet wird, die aber durchaus nicht gleichwertig sind. Die innere Zellage geht unmittelbar in das Drüsenepithel über und besteht aus breiten, bei geschlossenen Drüsen sich fast berührenden Zellen; die äußere wird von viel flacheren Elementen gebildet, die spindelförmige Kerne aufweisen und mit der Muskelhülle des gesamten Drüsenbeutels aufs deutlichste zusammenhängen (Textfig. 11). Diese Verhältnisse sind besonders klar an den Schleimdrüsen nicht allzu alter Tiere zu sehen.

Bei großen, ausgewachsenen Tieren erfährt in der Mehrzahl der Schleimdrüsen der Drüsenhals eine so starke Dehnung, daß nunmehr die ganze Drüse ihre typische Flaschenform verliert und mehr einem Säckchen ähnelt, an dem kaum die Stelle zu erkennen ist, wo der Hals aufhört und der Drüsenbeutel anfängt (Fig. 29). Die Halszellen sind in diesen Fällen sehr schmal mit langgezogenen, spindelförmigen Kernen, und die eben geschilderten beiden Zellschichten treten in ihrer Form und Lagebeziehung nicht mehr so klar hervor. Indessen ist die Unterscheidung dieser beiden Lagen sehr

Textfig. 11. *Hyla*, Längsschnitt durch eine Schleimdrüse. Ok. 4. Obj. 6. 170 mm Zeichenapp.

Textfig. 12. *Hyla*, Schleimdrüse. Ok. 3. $^1/_{12}$ Immers. 170 mm Zeichenapp.

wichtig, denn nur aus der inneren Halszellenlage wird entsprechend dem Epithelverbrauch in nicht allzu alten Drüsenbeuteln der Ersatz bestritten.

Einen solchen Fall stellt die Textfigur 12 dar. Es ist eine Schleimdrüse, die eine sehr aktive Sekretionsperiode hinter sich zu haben scheint. Von den Drüsenepithelzellen ist kaum noch etwas zurückgeblieben. Noch ist der Beutel stark kontrahiert — ein Zeichen der früheren Aktivität —, schon ist aber der Ausführungsgang fest geschlossen und das Epithel wird regeneriert. Es sind an den Seiten des Beutels bereits zwei spindelförmige, rein protoplasmatische Zellen zu sehen, ihre Herkunft von der inneren Lage ist leicht feststellbar, da an der rechten Seite eine Halszelle eben im Begriff ist, sich von dem Halszellenverband loszulösen und auch bereits spindelförmige Gestalt angenommen hat. Auf Grund solcher Befunde kann ich mit Sicherheit angeben, daß das verbrauchte Drüsenepithel von der inneren Halszellenlage aus ersetzt wird.

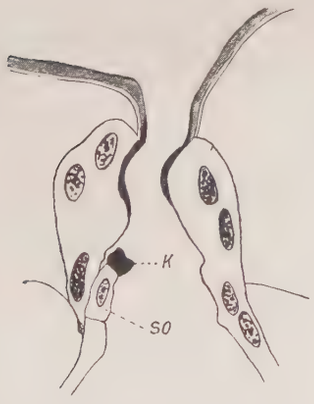
Die oben beschriebene Umformung der älteren Schleimdrüsen wird wahrscheinlich letzten Endes auch darauf zurückzuführen sein, daß die innere Halszellenlage bereits ziemlich verbraucht ist und nunmehr aus sehr kleinen und stark langgezogenen Elementen besteht.

Zum Schluß sei noch darauf hingewiesen, daß dem Gesagten zufolge die äußere Halszellenlage als eine Muskelhülle anzusehen ist, die bereits unterhalb des Schließapparates beginnt und den ganzen Drüsenbeutel umgibt. Sie ist wahrscheinlich dafür verantwortlich zu machen, daß bei vielen Drüsen die gegenüberliegenden Halszellen sich fast berühren und der Halsgang kaum ein Lumen aufweist, während bei anderen wieder ein weites Lumen wahrzunehmen ist.

Die Sockelzellen.

Im Bereiche des oberen Halsteiles ist es noch zu einer weiteren sehr auffallenden Zelldifferenzierung gekommen. Es zeigt sich, daß die obersten Halszellen untereinander nicht gleichwertig sind, sondern zweien von ihnen ist eine bestimmte funktionelle Sonderstellung zuteil geworden, die zu morphologischen Besonderheiten geführt hat. An mittleren Längsschnitten, die durch mehr oder weniger fest geschlossene Drüsen geführt sind, fielen mir zwei Zellen auf, die durch besonders dunkle Färbung ihrer Kerne und einen abgerundeten hellen Zelleib von den anderen im Längsschnitt viereckigen Halszellen sich scharf heraushoben. Es sind das gerade die Zellen des Halses, die in der Öffnungsrichtung der beiden Schließapparatshälften liegen und an die auch unmittelbar die beiden Schließzellen mit ihrem verjüngten unteren Ende ansetzen (Fig. 30). Dementsprechend habe ich sie als Sockelzellen bezeichnet und glaube mit diesem Namen ihrer topographischen wie auch funktionellen Bedeutung gerecht geworden zu sein. — Ein Hauptkennzeichen ist, wie gesagt, die starke Färbungsintensität der Kerne (tief schwarz mit Heidenhain, dunkelblau mit Hämalaun). Es muß aber gleich die Einschränkung gemacht werden, daß dieses Verhalten der Kerne nicht als ein Dauerzustand anzusehen ist, daß er vielmehr an ganz bestimmte Phasen geknüpft zu sein scheint. Dieses geht am deutlichsten aus dem Verhalten der Sockelzellenkerne in weit offenen Ausführungsgängen hervor (Fig. 27), wo die starke Affinität zu den eben genannten Farbstoffen nicht mehr vorhanden ist und wo in dem aufgehellten Karyoplasma wieder Kernstrukturen zutage treten. Auf die Formveränderungen, die die Sockelzellen in den offenen Ausführungsgängen erfahren, wird weiter unten näher eingegangen.

Da das Verhalten der Sockelzellkerne in den beiden extremen Phasen des Schließapparates ein anderes ist, so ist auch bei allen Übergangsstufen, die zwischen der weiten Öffnung und dem festen Schluß des Ausführungsganges möglich sind, mit Übergängen im Kernverhalten der Sockelzellen zu rechnen. So zeigt Fig. 31 in dem Schließapparat einer Giftdrüse einen Zustand der Sockelzellen, in dem sie sich zwar berühren, ihre Kerne aber schon Kernstrukturen klar hervortreten lassen. Dem entleerten Drüsenbeutel nach zu urteilen, könnte es sich vielleicht um einen sich wieder schließenden Ausführungsgang handeln. Die sich berührenden Teile der Sockelzellen zeigen ein etwas helleres Plasma als der übrige Teil der Zellen.



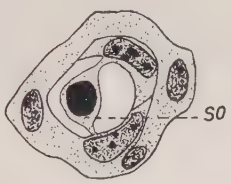
Textfig. 13. Offener Ausführungsgang mit verlagerter Sockelzelle SO. K-Kern der basalen Hornleiste. Ok. 4. Obj. 6. 170 mm Zeichenapp.

Auf demselben Bild (rechts) ist zu sehen, daß die Schließzelle der Sockelzelle direkt aufsitzt, wobei die Berührungsfläche der beiden Zellen nicht etwa aus dem apikalen Pol der Sockelzelle, sondern mehr seitlich, der Hinterwand der letzteren näher liegt. Aus dieser nahen Beziehung der Schließ- zu den Sockelzellen ist das Verhalten der letzteren beim Öffnen des Apparates erklärlich. Bei dem die beiden Schließzellen voneinander entfernenden Öffnungsvorgang muß auch auf die Sockelzellen ein Druck ausgeübt werden, der sich in einer Formveränderung der letzteren äußert. Den stärksten Ausdruck findet diese Formveränderung bei weit offenen Ausführungsgängen.

Die Sockelzellen erscheinen dann als sehr schmale, manchmal weit nach oben ins Ganglumen verlagerte Zellen (Fig. 27). Die Verlagerung ist derart, daß, wenn im geschlossenen Zustande die Sockelzellen weit unter dem Niveau der Epidermis zu liegen kommen, im offenen sie nicht nur deren untere Grenze erreichen, sondern sogar oft noch weiter nach oben hinausgeschoben werden (Textfig. 13).

Wenn für die starke Abflachung der Sockelzellen in vertikaler Richtung der Öffnungszug leicht verantwortlich zu machen ist, steht man doch vor der so starken Verlagerung der Zellen wie vor einem Rätsel. Erst an Hand von Querschnitten konnte die volle Klärung dieses Verhaltens erreicht werden.

Es hat sich die überraschende Tatsache herausgestellt, daß die Sockelzellen mit den umgebenden Halszellen in einer sehr losen Verbindung stehen, da sie gewissermaßen frei im Halsgange schweben, indem sie nur auf dem vorderen und hinteren Zellende durch schmale Bändchen (die für nichts anderes als verschmälerte Zellenden gehalten werden können) an den Halswänden befestigt sind (Textfig. 14 und 15). Für eine derart labil befestigte Zelle ist aber bei den vorliegenden Druckverhältnissen eine starke Verlagerung der Zellen nach oben nur eine natürliche Folge.



Textfig. 14. Querschnitt durch den Drüsenhals mit einer Sockelzelle. Ok. 4. $^1/_{12}$ Immers. 170 mm Zeichenapp.

Textfig. 15. Querschnitt durch den Drüsenhals mit beiden Sockelzellen. Ok. 4. $^1/_{12}$ Immers. 170 mm Zeichenapp.

Aus der eben gegebenen Beschreibung geht klar hervor, daß die Sokelzellen ihrer Funktion nach aufs innigste mit dem Schließapparat verbunden sind. Durch sie scheint der Ausführungsgang noch wirksamer geschlossen zu sein. Es soll damit durchaus nicht gesagt sein, daß darin ihre einzige funktionelle Bedeutung liegen müsse. Ich bin vielmehr zur Annahme geneigt, daß sie nur als Träger der Schließzellen ihre spezifische Umformung erlitten haben. Obgleich sie außerhalb des Schließapparates sind, erschweren sie den Öffnungsvorgang nicht, da sie dank der labilen Befestigungsweise durch einen verhältnismäßig geringen Kraftaufwand zum Freigeben des Halsganges gezwungen werden können.

Die Abhängigkeit der Sockel- von den Schließzellen kann man sehr leicht an Ausführungsgängen erkennen, bei denen die beiden Schließpartner nicht gleichmäßig weit geschrumpft sind. Es entspricht dann der weniger geschrumpften Schließzelle eine im geringeren Maße verschmälerte und weniger hoch nach oben verlagerte Sockelzelle und umgekehrt.

Im Zusammenhang damit drängt sich die Frage auf, in welcher Reihenfolge und Beziehung zueinander die Veränderungen an den Schließ- und Sockelzellen erfolgen. Bei allem, was bisher über den Öffnungsprozeß gesagt wurde, fanden diejenigen Vorgänge, die sich in einer Veränderung der Zellbeschaffenheit oder in einer Zellverlagerung äußern, ihre Schilderung. Es könnte den Anschein erwecken, daß durch rein mechanische Momente der Öffnungsvorgang erklärt wäre, um so mehr als das Schwinden der Interzellularräume um die offenen Drüsen herum zur Annahme verleiten könnte, daß durch lokale Flüssigkeitsverdunstung das Öffnen des Apparates ausgelöst wird. Dieses trifft aber nicht zu, was sich an Hand einer Versuchsreihe herausgestellt hat, über deren Ergebnisse in einem der nächsten Kapitel berichtet wird. Somit müssen letzten Endes als die eigentlichen Triebfedern des Öffnungsvorganges vielleicht die Nervenbahnen eingeschaltet werden.

Es war mir im Rahmen dieser Arbeit nicht möglich, mich mit der Innervierung der Drüsen zu beschäftigen, und so muß ich mich nur auf einige Angaben, die in der Literatur über diesen Gegenstand vorliegen, beschränken.

„Daß die Schleimdrüsen unter der Herrschaft des Nervensystems stehen, geht aus zahlreichen Beobachtungen hervor", gibt G a u p p zusammenfassend in seiner Übersicht über die Drüsen der Froschhaut an. Nach E n g e l m a n n werden sie von dem oberflächlichen Plexus des Coriums versorgt. D r a s c h konnte nachweisen, daß die Kontraktionen der Tunica propria um den Drüsenbeutel herum in direkter Abhängigkeit vom Trigeminus erfolgen, dagegen die Volumzunahme der einzelnen Zellen des Drüsenepithels vom Sympathicus bewirkt wird. O p e n c h o w s k i konnte bei geeigneter Methodik „mit voller Bestimmtheit das Nervenästchen in die Drüsenzelle eintreten sehen". Er gibt weiter für die Nickhautdrüsen von *R. esculenta* folgendes an: „Blickt man auf die Nickhaut von oben, so wird man gewahr, daß das Nervengeflecht in den peripheren Lagen, ungefähr in jener Höhe, in welcher der Drüsenbauch sich in den Drüsenhals absetzt, seine größte Dichtigkeit aufweist. Der Drüsenbauch und der Drüsengrund wird somit von einem astarmen Plexus umgeben."

Besonders nach der letzten Angabe wäre es erwünscht, die Innervierung der Hautdrüsen beim Laubfrosch festzustellen; es könnte vielleicht dadurch ein weiterer Aufschluß über die Funktionsweise des Ausführungsganges gegeben werden.

D e r V e r h o r n u n g s - u n d H ä u t u n g s v o r g a n g.

Im Anschluß an die Beschreibung des Ausführungsganges soll hier noch in aller Kürze auf den Häutungsvorgang bei *Hyla* eingegangen werden. Die Frage spitzt sich wieder auf den Ausführungsgang zu. Bei allen anderen Anuren werden die den Ausführungsgang begrenzenden, eine Zeitlang bereits verhornten Zellen bei jeweiliger Häutung mit abgestoßen. Dasselbe geschieht dann wieder mit den folgenden, darunter liegenden Zellen usf. So besteht die Möglichkeit, daß alle an den Ausführungsgang angrenzenden Epidermiszellen der Reihe nach dem Verhornungsprozeß anheimfallen und mit der Hornschicht abgestoßen werden (das trifft praktisch nur für die Zellen der oberen Schichten zu, da den Froschhautdrüsen kein unbeschränktes Dasein zukommt). Anders bei *Hyla*.

Im Kapitel über den Hornüberzug des Ausführungsganges wurde die Bildung einer neuen Hornschicht beim Laubfrosch bereits schon gestreift. Jetzt, nachdem der hochkomplizierte Bau des Ausführungsganges zur Genüge besprochen wurde, ist es an der Zeit, die Tatsache hervorzuheben, d a ß b e i j e d e m H ä u t u n g s p r o z e ß d e r S c h l i e ß a p p a r a t v o l l k o m m e n i n t a k t b l e i b t. Indem sich von den obersten Epidermisschichten immer neue Zellen über ihn hinab nach innen einstülpen, kann er eine unbeschränkte Zeit a l s p e r m a n e n t e s G e b i l d e f u n g i e r e n. Diese Tatsache ist aus folgenden Gründen von sehr großer Bedeutung: erstens betont sie die wichtige Rolle, die der Schließapparat zu spielen hat, zweitens erklärt sie das Vorkommen von viel größeren Schließapparaten bei ausgewachsenen und älteren Individuen. So kann man zuweilen in der Haut alter Tiere Schließapparate sehen, die an Größe dem Drüsenbeutel gleich sein, ja diesen sogar übertreffen können (Taf. VI, Phot. 8). In ihrer Beschaffenheit weicht die Hornschicht beim Laubfrosch von der anderer Anuren stark ab. Während sie bei jenen durchaus homogen erscheint, läßt sie hier eine gewisse Struktur erkennen. Wie bereits früher erwähnt wurde, scheint die hornige Umwandlung bei *Hyla* derart fortzuschreiten, daß das Plasma der äußersten Zellage sich an der oberen Zellwand

anhäuft und dort der Verhornung anheimfällt, während der basale Teil ungefähr bis zur Zellhälfte fast plasmaleer erscheint und nur stellenweise von schmalen Balken und Fäden durchzogen wird. Übrigens ist diese Eigenschaft der Hornschicht nicht überall gleichmäßig scharf ausgeprägt. Vielmehr bietet ein Hautschnitt in dieser Beziehung eine große Mannigfaltigkeit dar, indem stellenweise die Trennung in die beiden Bezirke noch ganz am Anfange steht, in der nächsten Nachbarschaft schon ein Auftreten von plasmafreien Lücken zu verzeichnen ist, an anderen Stellen wieder die basale Zone ganz ungefärbt und plasmaleer erscheint. Aus der folgenden Darstellung Schubergs (1895) geht hervor, daß auch ihm diese Beschaffenheit des Stratum corneum bei *Hyla* aufgefallen ist. „Daß ich eine Cuticula, wie man sie bei Amphibien öfters zu finden glaubte, nicht wahrgenommen habe, möchte ich mehr beiläufig bemerken ...“ „Die äußerste Zellenlage, welche an ihrer äußeren Oberfläche einen verdickten Saum — ‚Cuticularsaum‘ — besitzt, ist die einzige vorhornte Schicht, unter ihr befinden sich 3—4 Lagen unverhornter Zellen, die sich von ersteren durch meist stärkere Färbbarkeit ihres Protoplasmas unterscheiden.“ Aus der beigefügten Abbildung Schubergs ist zu entnehmen, daß der sogenannte „Cuticularsaum“ dem oben beschriebenen äußeren Teil der Hornschicht entspricht, während der basale auch hier durch seine besonders blasse Färbung auffällt. Eins scheint aber Schuberg entgangen zu sein, nämlich der Umstand, daß die untere Grenze seines „Cuticularsaumes“ keinesfalls glatt verläuft, sondern stark gezackte, unregelmäßige Umrisse aufweist, wobei aus der Art des Zusammenhanges mit dem unteren Zellteil sich die oben beschriebene Entstehungsweise des Saumes ergibt (Taf. VI, Phot. 8).

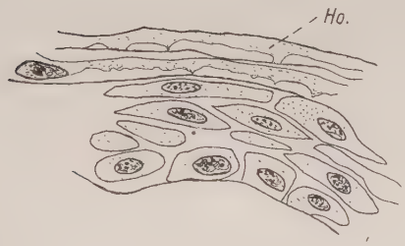
Der Außenrand der Hornschicht ist z. T. glatt, z. T. läßt er gezackte Umrisse erkennen (Fig. 28). Eine genauere Betrachtung zeigt aber, daß die Zacken und Säulchen keine besonderen Bildungen darstellen, sondern nur die Stellen markieren, wo früher Interzellularbrücken durchzogen. In bezug auf diese Brücken sagt Schuberg: „Alle Stellen stehen durch feine Interzellularbrücken miteinander in Verbindung, auch zwischen der äußersten und der nächstunteren Schicht konnte ich vor der Häutung die darauf wohl zurückzuführende Strichelung selbst dann noch wahrnehmen, wenn an anderen Körperstellen die erstere sich bereits abzulösen begonnen hatte.“

Zum Schluß sei noch darauf hingewiesen, daß bei *Hyla* wie bei allen anderen Anuren die flaschenförmigen Zellen der Epidermis in nähere Beziehung zur Hornschicht stehen, indem ihre Mündungsstellen unmittelbar unterhalb dieser zu liegen kommen.

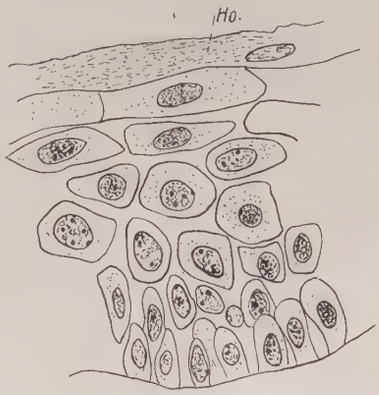
Die Drüsen der Bauchhaut.

Die Untersuchung, ob auch der obere Teil des Ausführungsganges bei den Drüsen der Bauchhaut in einen „Schließapparat“ umgebildet ist, durfte nicht unterlassen werden. Es zeigte sich, daß die Drüsen der Bauchhaut sowohl in dieser wie auch in anderer Beziehung von denen der Rückenhaut stark abweichen. Auf den Unterschied in den Drüsenzahlen wurde schon früher eingegangen. Es bleibt nur übrig, auf anatomische Besonderheiten, insofern sie bestehen, und auf die abweichenden Größenverhältnisse hinzuweisen. Doch ist es angebracht, die Veränderungen, die im Vergleich zu den Rückenhautdrüsen auftreten, nicht isoliert zu betrachten, da sie als solche wohl nur im Einklang mit den abweichenden anatomischen Verhältnissen in der Bauchhaut entstehen konnten. So läßt sich

zunächst ein beträchtlicher Unterschied zwischen dorsaler und ventraler Epidermis feststellen. Abgesehen von den lokalen zu warzenförmigen Bildungen führenden Verdickungen, ist sie in ihrem gesamten Verlauf bedeutend dicker, bis zu doppelt so dick, als die der Rückenhaut (vergl. Textfig. 16 und 17). Diese Erscheinung ist meist auf eine größere Schichtenzahl in der Bauchhaut zurückzuführen. Da es sich aber öfters um nur eine einzige überzählige Schicht handelt, würde dies bei weitem nicht genügen, um diesen erheblichen Unterschied hervorzurufen. Vielmehr muß noch ein anderer Umstand mitberücksichtigt werden, und zwar die Gestalt der einzelnen Zellen.



Textfig. 16. *Hyla*, Rückenhautepidermis. Ho — Hornschicht. Ok. 4. $^1/_{12}$ Immers. Zeichenapp.



Textfig. 17. *Hyla*, Bauchhautepidermis von demselben Tier. Ok. 4. $^1/_{12}$ Immers. Zeichenapp.

Während die Rückenhautepidermis nur mit Ausnahme der basalen Schicht aus stark abgeflachten, spindelförmigen Elementen besteht, sind hier die Zellen mit Ausnahme von den zwei oberflächlichen Schichten ausgesprochen kubisch und polyedrisch. In der Größe übertreffen sie beträchtlich die Zellen der Rückenhaut, worauf auch die hier bedeutend dickere Hornschicht zurückzuführen ist. Auch die Lederhaut zeigt einen etwas abweichenden Bau, indem sich eine Abnahme des Stratum spongiosum feststellen läßt, wodurch das Str. compactum näher an die Epidermis heraufgerückt erscheint. Melanophoren fehlen ihr gänzlich, obwohl sie in der Bauchhaut anderer Anuren nicht nur im Corium, sondern sogar in der Epidermis aufzutreten pflegen. Schon L e y d i g hat darauf hingewiesen, daß die Epidermis des Laubfrosches überall pigmentlos zu sein scheint.

Was die Drüsen anbetrifft, so sind alle drei Arten in der Bauchhaut vertreten. Aus Messungen, die ich für die Schleimdrüsen mehrerer Tiere unternommen habe, geht hervor, daß sie im Vergleich zu denen des Rückens im Durchschnitt größere Ausmaße, und zwar in der Breitenachse des Drüsenbeutels aufweisen. Letzteres scheint mit der eben beschriebenen Beschaffenheit der Lederhaut zusammenzuhängen, da das derbe Str. compactum nur als Hindernis für das weitere Herunterwachsen der Drüsen angesehen werden muß. Die viel spärlicheren Giftdrüsen der Bauchhaut erreichen im Durchschnitt nicht die Größe der betreffenden Rückenhautdrüsen. Über das Verhalten der Drüsen der dritten Art wurde schon früher berichtet. Folgende Tabellen sollen Resultate der Messungen an den Drüsen zweier Tiere bringen. Da die Zahlen nur durch den Vergleich mit den Rückenhautzahlen ihre Bedeutung erhalten, sollen auch diese hier angeführt werden.

Unterschiede der Drüsenbeutelgröße und der Halslänge in den Schleimdrüsen der Bauch- und Rückenhaut.

Tier 1.

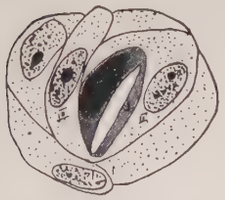
Rückenhaut			Bauchhaut		
Länge	Breite	Halslänge	Länge	Breite	Halslänge
32 μ	64,9 μ	19,2 μ	25,6 μ	64 μ	19,2 μ
28,8 „	22,4 „	19,2 „	32,9 „	64 „	19,2 „
19,2 „	32 „	19,2 „	32 „	32,6 „	16 „
25,6 „	32,6 „	22,4 „	25,6 „	34,8 „	19,2 „
32 „	64 „	16 „	32,3 „	33,9 „	19,2 „
32,9 „	65,6 „	22,4 „	28,8 „	34,2 „	22,4 „
28,8 „	34,5 „	25,6 „	33,6 „	64 „	16 „
25,6 „	33,9 „	22,4 „	25,6 „	34,5 „	19,2 „
32,3 „	33,6 „	19,2 „	33,9 „	65,6 „	16 „
32,6 „	64 „	25,6 „	32 „	64 „	16 „
32,6 „	32,9 „	28,8 „	32,3 „	33,6 „	16 „
32 „	33,9 „	22,4 „	28,8 „	34,2 „	22,4 „
25,6 „	32,6 „	25,6 „	32 „	64,6 „	19,2 „

Tier 2.

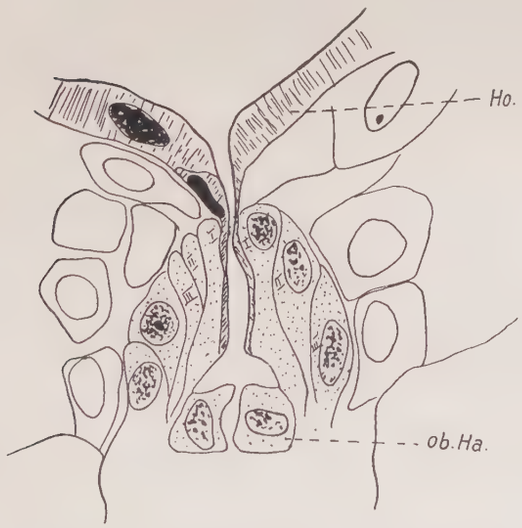
Rückenhaut			Bauchhaut		
Länge	Breite	Halslänge	Länge	Breite	Halslänge
Schleimdrüsen.					
28,8 μ	32,6 μ	19,2 μ	33,2 μ	65,9 μ	16 μ
32 „	64 „	22,4 „	34,2 „	66,2 „	16 „
25,6 „	34,2 „	19,2 „	33,2 „	66,5 „	19,2 „
32 „	64,6 „	28,8 „	64,3 „	66,2 „	22,4 „
28,8 „	32,6 „	19,2 „	33,6 „	34,2 „	16 „
32,6 „	28,8 „	22,4 „	32 „	65,6 „	19,2 „
16 „	64,9 „	16 „	34,5 „	64,9 „	16 „
28,8 „	32,3 „	25,6 „	33,2 „	65,2 „	12,8 „
Giftdrüsen.					
66,8 μ	97,6 μ	32,6 μ	33,9 μ	96 μ	19,2 μ
96 „	97,2 „	32,3 „	64,6 „	97,6 „	16 „
96 „	96 „	32,6 „	33,9 „	64,6 „	16 „
97,2 „	98,2 „	32 „			

Mit besonderem Nachdruck muß darauf hingewiesen werden, daß die Länge des Drüsenhalses und damit die Einsenkung der Drüsen in das Corium im Durchschnitt bei den Bauchhautdrüsen geringer ist als bei denen der Rückenhaut. Daß hier die stärkere Ausbildung der Epidermis nicht ganz ohne Einfluß sein dürfte, ist sehr wahrscheinlich. Somit erscheinen die Drüsen in der Bauchhaut von etwas plumperer Gestalt, da im Durchschnitt auf einen kürzeren Hals ein breiterer Drüsenbeutel folgt. Noch etwas kommt hinzu: Der Drüsenhals ist im allgemeinen viel breiter und nach innen zu dicker als in der Rückenhaut, und so scheint hier Hand in Hand mit der stärkeren Ausbildung der Epidermis dem Drüsenbeutel ein viel derberer Hals zuzukommen. Nach dem, was über die Bauchhautepidermis und den Drüsenhals vorausgeschickt wurde, bleibt noch der Umstand hervorzuheben, daß es hier zur Ausbildung eines „Schließapparates", wie er in der Rückenhaut vorliegt, eigentlich nicht gekommen ist. Was wir hier finden, kann nur als schwacher Anfang bezeichnet werden, von dem erst ein großer Schritt vorwärts zu der Ausbildung des Schließapparates führen würde.

So läßt sich auch hier, wie bei anderen Anuren, um den Ausführungsgang eine charakteristische, konzentrische Anordnung der Epidermiselemente feststellen (Textfig. 18 und 19). Diese Abbildungen stammen aus der Haut desselben großen, ausgewachsenen Tieres, welches als Grundlage für die Untersuchung des „Schließapparates" diente. Auf die sehr dicke Hornauskleidung folgen vier schlanke Zellen, die treppenartig hintereinander angeordnet sind. Von diesen übertrifft die dem Ganglumen zunächst liegende Zelle alle anderen an Größe, aber nur in der Längsachse; die übrigen Zellen schieben sich keilartig der Reihe nach untereinander ein. In dieser Weise entsteht ein im mittleren Längsschnitt entfernt an den Schließapparat erinnerndes Gebilde; trotzdem liegt kein Anlaß vor, auch hier einen solchen zu unterscheiden. Während die den Schließapparat zusammensetzenden Zellen zunächst durch ihren Riesenwuchs auffallen, kommt es hier außer der Verlängerung zu keiner weiteren Vergrößerung der Zellen, ja sie werden sogar in der Breitenachse auf Kosten der Streckung beträchtlich geschmälert. Darauf ist auch zurückzuführen, daß, während der „Schließapparat" mindestens in drei benachbarten (6 μ dicken) Schnitten zu verfolgen war, hier die charakteristische Anordnung der Zellen um den Ausführungsgang nur im Bereiche eines Schnittes zum Vorschein kommt.



Textfig. 18. *Hyla*, Querschnitt durch den Ausführungsgang einer Bauchhautdrüse.



Textfig. 19. *Hyla*, Längsschnitt eines Ausführungsganges. Ok. 4. $^1/_{12}$ Immers. 170 mm Zeichenapp.

Volle Klärung über den Bau des Ausführungsganges konnte erst an Hand von Querschnitten dieses Ganges erlangt werden. Es ergibt sich, daß die schmalen Zellen rings um das Ganglumen schalenförmig angeordnet sind, indem die Kerne der aufeinander folgenden Zellen alternierend auf den beiden gegenüberliegenden Seiten des Ganglumens zu liegen kommen. Diese Zellenanordnung entspricht aufs genaueste den Verhältnissen, wie sie N i c o g l u für den Ausführungsgang bei Tritonen schildert. Auch hier liegen allem Anschein nach die Verhältnisse so, daß bei der Häutung die erste an den Gang grenzende Zelle (Zelle I) mit abgestoßen wird, nachdem sie zuvor der Verhornung anheimgefallen ist (Textfig. 18). Das scheint aber nur für die Fälle zuzutreffen, in denen die Zelle I weit oben in der Epidermis liegt (Textfig. 19).

Das wäre schon der zweite Unterschied gegenüber dem der Häutung ja nicht anheimfallenden „Schließapparat" der Rückenhaut. Der dritte schließlich äußert sich im Fehlen von den dort so charakteristischen „Sockelzellen". Zwar fallen hier auf Längsschnitten auch zwei der obersten Halszellen auf, die sich ja nach den verschiedenen Umständen entweder eng berühren, somit den Gang verschließen, oder einen mehr oder weniger weiten Spalt zwischen sich freilassen können (Textfig. 19). Auch läßt sich dabei eine geringe Formveränderung der Zellen feststellen. Aus Querschnitten geht aber hervor, daß hier die vier obersten, innen gelegenen Halszellen gleichmäßig ausgebildet sind und, indem sie sich ins Ganglumen stark hervorwölben, dadurch den Gang bis auf eine kleine Öffnung wirksamer schließen können. Zu einer weiteren Differenzierung der betreffenden Zellen ist es, im Gegensatz zu den Rückenhautdrüsen, nicht gekommen.

Es bedarf wohl keines schöneren Beweises für die schon oben ausgesprochene Vermutung, daß die Sockelzellen „nur als Träger der Schließzellen ihre spezifische Umformung erlitten haben"; auch unterliegt es wohl keinem Zweifel, daß der Ausführungsgang der Bauchdrüsen im Vergleich zu dem Schließapparat der Rückenhautdrüsen den primären Zustand darstellt, wobei auch hier die Anforderung an die Drüsen des Laubfrosches, den Gang möglichst wirksam zu schließen, in dem Verhalten der vier oberen Halszellen ihren Ausdruck findet (ähnlich wie bei *Pelobates*, siehe Textfig. 10). In der Rückenhaut scheint der Schwerpunkt von den Halszellen auf den in der Epidermis gelegenen Schließapparat verlegt worden zu sein.

Die Regenerationsprozesse.

In einem früheren Teil dieser Arbeit wurde schon darauf hingewiesen, daß über die Regenerationsvorgänge in den Hautdrüsen bei Fröschen soviel wie nichts bekannt ist. Ich verweise auf das an jener Stelle angeführte Zitat von Gaupp, da es für alle Anuren Geltung hat. Auch aus neueren Arbeiten waren nirgends zuverlässige Angaben über diese Frage zu entnehmen. Daß die Ansichten Talkes über die Regeneration des Epithels auf dem Wege indirekter Zellteilungen nur für verhältnismäßig junge Drüsen, nicht aber als allgemeine Regenerationsmöglichkeiten für völlig erschöpfte und dem Untergange geweihte Drüsenbeutel gelten können, wurde auch schon früher erörtert.

In der Publikation von Shipley und Wislocki ist die Regeneration der Giftdrüsen bei der tropischen *Bufo agua* beschrieben worden. Es heißt dort: „the emptied sac does not refill, but is resorbed, and its place taken by an immature gland of the same type. These young glands bud from the duct or neck of the older gland-sac, about which a ring of them may be found". Die beigefügten photographischen Abbildungen bezeugen diese Angabe auf das deutlichste.

Einen ähnlichen Regenerationsvorgang durch Knospung habe ich für die Giftdrüsen des Laubfrosches beobachten können und, nach der Häufigkeit der Fälle zu urteilen, kann kein Zweifel mehr darüber bestehen, daß es sich um den üblichen Regenerationsmodus handelt. Es muß vorweggenommen werden, daß die Knospen viel häufiger in der Haut von Tieren gefunden werden, die Anfang Juli getötet wurden, als in der Haut früher im Jahre konservierter Tiere. Es will scheinen, daß um diese Zeit die Hauptperiode der Regeneration der Drüsen, parallel zu den immer tiefgreifenderen Abbauprozessen in den alten Beuteln, einsetzt.

Was dabei als eine fast unbedingte Begleiterscheinung eintritt, sind die Prozesse, die auf eine Beseitigung der alten Drüsenbälge hinzielen und sich in einer starken Infiltration der Haut mit Wanderzellen kundgeben. Wenn auch viele dieser Zellen mit Leichtigkeit sowohl nach ihrer Abstammung von Gefäßen des Unterhautzellgewebes, wie auch nach den morphologischen und physiologischen

Merkmalen (polynucleäre Formen, oft vorkommende Eosinophilie) als Leukozyten erkannt werden können, so läßt sich über den histogenetischen Ursprung eines großen Teiles dieser Wanderzellen nichts Bestimmtes aussagen. Es sind das bald kugelrunde, bald stark langgezogene, offenbar während einer Bewegung in einer bestimmten Richtung fixierte Zellen.

Bezeichnend ist das Vorkommen von Pigmentkörnchen in einer mehr oder weniger großen Zahl dieser Zellen. Oft genug ist der ganze Zelleib derart mit Körnchen vollgepfropft, daß man nur mit Mühe den durchschimmernden Zellkern gewahr werden kann. Wahrscheinlich stammen auch diese Wanderzellen vom Unterhautzellgewebe, da man sie öfters dort zu sehen bekommt, besonders unterhalb solcher Stellen, wo sie in der lockeren Lederhaut in großer Zahl angesammelt sind. Vereinzelte Zellen im Stratum compactum bezeichnen den Weg von der Tela subcutanea nach oben.

Über die Funktion dieser Zellen kann insofern kein Zweifel bestehen, als sie immer in, um oder in der nächsten Umgebung eines zerfallenden, völlig erschöpften Drüsenbeutels sich befinden. Ja, wo zunächst nur so ein Wanderzellenschwarm zu sehen ist, kann man mit aller Sicherheit, wenn nicht in demselben, so in einem der benachbarten Schnitte eine zerfallende Drüse entdecken.

In der Mehrzahl der Fälle, in denen eine zerfallende Drüse vorlag, ließen sich auch Wiederaufbauprozesse feststellen. Wohl am meisten charakteristisch ist die Regeneration durch Knospung, die aber nur den Giftdrüsen zuzukommen scheint. Die junge Knospe — ich habe nie mehr als eine an der alten Drüse wahrgenommen — entspringt unter einem kleinen Winkel dem Drüsenhals an der Stelle, wo er an den „Schließapparat" grenzt. Sie weist ein zylindrisches Epithel auf, das in einem Schnitt nur aus 3—4 Zellen besteht und läßt meistens sehr deutlich eine dünne Muskelschicht rings um den Beutel erkennen.

Wenn W i s l o c k i und S h i p l e y behaupten, daß bei *Bufo agua* die neu entstandenen Knospen demselben Typus wie der Mutterbeutel angehören, so mögen sie wohl ihre Gründe dazu gehabt haben. In unserem Fall läßt sich nichts darüber sagen, welchen Drüsentypus die junge Knospe darstellen wird. Es kann auch keine Vermutung darüber ausgesprochen werden, da sich an ihrem Epithel kaum eine Erkennungsreaktion ausführen läßt, zumal der negative Ausfall der Mucikarminreaktion nach der Erfahrung, die mit ihr bei *Hyla* gemacht worden ist, eigentlich noch nichts zu besagen hat.

In keinem einzigen Fall habe ich Mitosen gesehen.

In einem Fall war die überraschende Tatsache zu sehen, daß bereits auf diesem frühen Stadium die „Sockelzellen" angedeutet schienen. Jedenfalls ist aus der Größen- und Lagebeziehung zu dem einen Sockelzellenkern des Mutterbeutels zu ersehen, daß sie durch Teilung seines Partners entstanden sind (Taf. VI, Phot. 9).

Indessen ist das nicht die einzige Möglichkeit eines Drüsenersatzes. In vielen Fällen läßt sich über einem ziemlich tief in der Lederhaut liegenden, der Resorption durch pigmentierte Wanderzellen anheimfallenden Giftdrüsenbalg an genau entsprechender Stelle der Epidermis ein Bläschen erkennen, das sich in das Corium hineinsenkt. Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß wir es hier mit Stadien einer Drüsenneubildung zu tun haben, zumal schon im nächsten Schnitt ein von zwei Zellagen umgebenes enges Lumen zum Vorschein kommt.

Wenn M a u r e r für den ähnlichen Vorgang der Drüsenbildung bei Larven als Charakteristikum das Vorhandensein von sehr großen Kernen angibt, so muß hier im Gegenteil betont werden, daß die Kerne durchaus kleiner erscheinen als die umgebenden Epidermiskerne, aus denen sie offenbar durch Teilung entstanden sind. Der zweite Unterschied besteht darin, daß, während dort solide Zellwucherungen und kompakte Knötchen auftreten, bei erwachsenen Laubfröschen die Anlage

bereits auf diesem frühen Stadium ein von zwei gleichwertigen Zellagen begrenztes Lumen aufweist. Auf dem Stadium, wo die Bildung eines Ausführungsganges eben angedeutet ist, senkt sich in die kleine in der obersten Epidermisschicht entstandene Eindellung bereits ein Kern der Hornschicht hinein. Die Taf. V, Phot. 10 stellt ein etwas weiteres Stadium dar.

Ein dritter Typus des Drüsenersatzes ist mir sowohl bei Gift- wie Schleimdrüsen aufgefallen, an Drüsenbeuteln, die offenbar dem Untergange geweiht waren; es bildete sich in diesen Fällen am unteren Halsende ein Zellkranz oder Zellpropf, der das Halslumen vom Beutellumen trennte. In dieser Weise befand sich an einem alten Ausführungsgang ein neu geschlossener, kleiner Drüsenbeutel.

Zum Schluß soll noch eine vierte Regenerationsmöglichkeit, die nur bei den Drüsen der dritten Art vorzukommen scheint, besprochen werden. Es scheint hier ein gewissermaßen an die Prozesse bei Urodelen erinnernder Vorgang stattzufinden, indem ein seitlich an die Drüsenwandung anliegendes Zellsäckchen („Epithelsäckchen" bei Urodelen) die neue Drüsenanlage darstellt (Taf. III, Fig. 15). Die junge Drüsenanlage wächst an der Wand entlang in den alten Drüsenbeutel hinein in der Weise, wie es in Fig. 33 dargestellt ist. Der Schnitt zeigt noch in dem dunklen die Mutter- und Tochterdrüse umgebenden Wall die völlig abgestorbenen, nicht mehr färbbaren Überreste eines dritten Drüsenbeutels, dessen Ausführungsgang in einem der nächsten Schnitte zum Vorschein kommt. Bei dieser Regenerationsform gehört der junge Drüsenbeutel ohne Zweifel zu demselben Typus wie die Mutterdrüse.

Experiment.

Das merkwürdige Verhalten der Interzellularräume im Zusammenhang mit dem offenen bezw. geschlossenen Zustand der Drüsen ließ die Frage auftauchen, ob wirklich eine kausale Beziehung zwischen diesen beiden Vorgängen besteht.

Auf die Bedeutung der Interzellularräume wurde verschiedentlich seitens der Histologen hingewiesen. So kommt ihnen besonders in der Epidermis nach Szymonowicz „wahrscheinlich eine recht hohe physiologische Bedeutung zu"; denn während hier die Blutgefäße gänzlich fehlen, „treten" die Interzellularräume „helfend ein, indem sie dem ernährenden Strom von den Lymphräumen der Unterhaut hier den Zutritt zu den Epithelzellen ermöglichen".

Daß hier kein starres, sondern je nach den verschiedenen physiologischen Zuständen ein recht labiles System vorliegt, geht auch aus der Darstellung Schneiders hervor: „Auch sonst kann man nicht selten auffällige Differenzen in der Breite der Interzellularen erkennen, was zweifellos durch wechselnde Entwicklung der hellen, zwischen den Zellen sich befindenden flüssigen Substanz, die als Lymphe gedeutet wird, bedingt ist." Im Zusammenhang damit spricht er von einer „funktionellen Struktur der Haut".

Für unsere Frage schien auch die Verteilung des subepidermalen Lymphgefäßnetzes von größter Wichtigkeit zu sein. Aus den Untersuchungen Langers und Ranviers, die mittels Injektionen diese Verhältnisse klarlegen, geht hervor, daß eine enge Beziehung zwischen dem Lymphgefäßnetz und den Drüsen besteht. Eine gewisse Beziehung schien auch aus dem verschiedenen Verhalten der Interzellularen bei offenen und geschlossenen Drüsen hervorzugehen. Welcher Art sie sein würde, konnte nur auf experimentellem Wege festgestellt werden. Diesbezüglich wurden folgende Versuchsreihen angesetzt, wobei auch darauf geachtet werden sollte, wie die äußeren Umstände das Öffnen bezw. Schließen des Ganges beeinflussen.

Versuch I.

Von vier völlig ausgewachsenen Laubfröschen (♂) wurden zwei (A_1 und A_2) in einem Chlorcalcium-Exsikkator direkten Sonnenstrahlen um die Mittagszeit ausgesetzt. In einem zweiten Gefäß, in dem durch eine stark befeuchtete Moosschicht für genügende Feuchtigkeit gesorgt wurde, befand sich ein drittes Tier (B) ebenfalls in direktem Sonnenlichte. Das vierte Tier (C) wurde zur Kontrolle im Zimmer bei mittlerer Feuchtigkeit im offenen Tageslicht gehalten. Sämtliche Gefäße waren von derselben Glasdicke und mit einer dünnen Glasscheibe verschlossen.

Die beiden Tiere im Exsikkator befanden sich zunächst ganz ruhig. Die ersten 15 Minuten unter direkten Sonnenstrahlen scheinen keinesfalls für die an und für sich heliophilen Tiere aus dem Rahmen des Natürlichen zu fallen. Man kann ja auch im Freien beobachten, daß sich Laubfrösche längere Zeit hindurch sonnen. Im Moment, wo an den Tieren eine im Platzwechsel sich äußernde leichte Beunruhigung merkbar wurde, wurde eins sehr rasch getötet (A_1 nach 15 Minuten).

Das andere Tier befand sich von jetzt an in dauernder Unruhe, die sich in heftigem Springen gegen die Glaswände und den abschließenden Deckel äußerte. Schließlich warf es sich auf den Rücken; der Versuch mußte daher für eine Weile unterbrochen werden und sowohl der wieder aufgerichtete, wie auch der im Feuchten bestrahlte Laubfrosch in den Schatten gestellt werden. Nach 2 Minuten wurde der Versuch wieder aufgenommen. Das Tier (A_2) im Exsikkator, das sich im Schatten während der kleinen Pause ganz ruhig verhielt, ließ wieder eine starke Beunruhigung erkennen, warf sich wieder sofort auf den Rücken und lag regungslos da. Es schien angebracht zu sein, den Versuch abzubrechen und das Tier rasch zu töten.

Gleichzeitig wurde auch der in feuchter Luft bestrahlte Laubfrosch fixiert. Er suchte sich in den letzten Minuten durch Verkriechen im Moos in den Schatten zu bringen, woran er aber durch den sehr fest gestampften Moosbelag gehindert war.

Von dem Anfang des Versuches bis zur Tötung der Tiere verflossen im ganzen 25 Minuten. Alle drei ursprünglich graubraunen Tiere waren jetzt hellgrau gefärbt.

Das Verhalten des Tieres A_2 im Exsikkator scheint insofern nicht ganz natürlich zu sein, als in einem zweiten Versuch die Tiere selbst eine 45 Minuten lange Bestrahlung noch aushalten konnten. Die histologischen Präparate wiesen bei A_2 eine sehr starke Destruktion der Epidermis auf. Es ließ sich ein Zerfall vieler Drüsenbeutel feststellen, wobei die Lederhaut bis an die Epidermis hinauf eine große Zahl von polynucleären Leukozyten aufwies; diese starken Zerfallprozesse mögen mit der besonderen Empfindlichkeit dieses Tieres zusammengehangen haben.

Versuch II.

In der zweiten Versuchsreihe wurden zwei Laubfrösche (diesmal ganz ausgewachsene ♀) unter genau denselben Umständen bestrahlt. Auch hier wurde ein Tier zur Kontrolle im diffusen Tageslicht gehalten. Bereits nach 20 Minuten setzte beim Tier im Exsikkator starke Unruhe ein. Nach 25 Minuten mußte der Versuch auch hier wegen des aufgeregten Benehmens des Trockenfrosches für 2 Minuten unterbrochen werden. Im Schatten trat sofort Beruhigung ein. Nachdem die Gefäße wieder den direkten Sonnenstrahlen ausgesetzt worden waren, äußerten sowohl das Tier im Exsikkator, wie auch das im Feuchten bestrahlte Tier stärkste Unruhe. Nach 45 Minuten wurden die Frösche fixiert. Die Farbe war von dunklem Grün in Zitronengelb umgeschlagen. Beim Töten mit Chloroform erwiesen die Tiere beider Versuchsreihen insofern eine Übereinstimmung, als nur die Haut der im diffusen Tageslicht gehaltenen Frösche mit einer dicken, weißlichen Sekretmasse überzogen war.

Experiment I.

	A_1 im Exsikkator 15 Min. bestrahlt		A_2 im Exsikkator 25 Min. bestrahlt		B in feuchter Luft 25 Min. bestrahlt		Kontrolle C	
1. Verhalten der Interzellularräume in der Epidermis.	Überall vorhanden.		Fehlen nur in ganz kleinen Hautbezirken.		Fehlen ganz.		Stellenweise vorhanden.	
2. Verhalten der Melanophoren.	Mittelstark verästelt.		Stark geballt.		Stark geballt.		Girlandenartig verzweigt.	
3. Verhältnis von offenen zu geschlossenen Schleimdrüsen.	offen	geschlossen	offen	geschlossen	offen	geschlossen	offen	geschlossen
	5	37	23	27	6	21	31	34
	Verhältnis zirka		Verhältnis zirka		Verhältnis zirka		Verhältnis zirka	
	1	7	1	1	1	3,5	1	1
4. Verhältnis von offenen zu geschlossenen Giftdrüsen.	1	4	3	1	1	1		

Experiment II.

	A im Exsikkator 45 Min. bestrahlt		B in feuchter Luft 45 Min. bestrahlt		Kontrolle C	
1. Verhalten der Interzellularräume in der Epidermis.	Überall vorhanden.		Überall vorhanden.		Stellenweise vorhanden.	
2. Verhalten der Melanophoren.	Mittelstark verästelt.		Stark geballt.		Girlandenartig verzweigt.	
3. Verhältnis von offenen zu gegeschlossenen Schleimdrüsen.	offen	geschlossen	offen	geschlossen	offen	geschlossen
	53	33	5	50	9	30
	1,6	1	1	10		
4. Verhältnis von offenen zu geschlossenen Giftdrüsen.	3	1	17	1		

In der vorliegenden Tabelle ist zunächst der wechselnde Zustand der Interzellularräume zu beachten. Schon aus dem Verhalten der beiden Kontrollen (wie auch aller früher histologisch untersuchten Tiere) ist zu ersehen, daß das Vorhandensein oder Fehlen der Interzellularräume keinesfalls nur von den äußeren Verhältnissen abhängen kann. Somit ist die Annahme einer Regulation von innen her zwingend. Es könnte scheinen, daß schon aus diesem Grunde eine Versuchsreihe wie die eben angegebene vollkommen überflüssig wäre. Wenn sie aber trotzdem ausgeführt wurde, so geschah es aus der Überlegung, daß bei übermäßiger Steigerung der natürlichen Reize (für diesen Fall kommt nur Lichtintensität und Feuchtigkeitsgrad in Frage) eine einheitliche Reaktion in irgend einer Richtung erfolgen müßte. Tatsächlich war dies auch mit einer Ausnahme der Fall. Da aber das Ausnahmetier (A_2) schon durch sein abnormes Verhalten während des Experimentes wie auch durch die starke Destruktion in der Epidermis überhaupt aus der Reihe etwas herausfällt, ist das nicht weiter bedenklich.

Aus der Tabelle ist zu ersehen, daß als Reaktion auf die starke Sonnenbestrahlung überall weite Interzellularlücken auftreten. Nur bei dem 25 Minuten im Feuchten bestrahlten Tier B fehlen die Interzellularlücken gänzlich. Es ist aber keinesfalls als Widerspruch zu dem Sachverhalt bei dem entsprechenden Tier B im Experiment II aufzufassen, da letzteres volle 20 Minuten länger bestrahlt wurde. Zur Aufgabe dieses Experimentes gehört aber nicht die Feststellung der physiologischen und physikalischen Bedingungen für das Auftreten der Interzellularlücken. Das, was beantwortet werden sollte, war zunächst die Frage, in welcher Beziehung die Interzellularlücken und der Zustand des Ausführungsganges der Drüsen zueinander stehen. Wie aus dem angegebenen Verhältnis der offenen und geschlossenen Drüsen und dem Verhalten der Interzellularen ersichtlich ist, kann zwischen ihnen kein direkter Zusammenhang festgestellt werden.

Wenn auch nach dem mitgeteilten Sachverhalt bei Laubfröschen, die im diffusen Tageslicht gehalten werden, eine Beziehung besteht, so kann sie nicht kausaler Natur sein.

Auf die zweite Frage, inwiefern der Feuchtigkeitsgrad und die Belichtungsintensität das Öffnen bezw. Schließen der Ausführungsgänge beeinflussen, konnte nur einiges Licht geworfen werden. Auf die Mannigfaltigkeit der Vorgänge ist es wohl zurückzuführen, daß trotz der gesteigerten Reizintensitäten sogar zwei benachbarte Drüsen ein diametral verschiedenes Verhalten aufweisen können. Das Verhältnis der offenen zu den geschlossenen Ausführungsgängen bei den einzelnen Tieren ist in der Tabelle niedergelegt. Besonders wichtig sind die Werte, die sich für das Tier A_1 ergaben, da dieser Fall für die natürlichen Verhältnisse am meisten in Frage kommt. Das ruhige Verhalten des Tieres spiegelt sich noch in der geringen Zahl der geöffneten Giftdrüsen. Bei dem 25 Minuten bestrahlten Tier A_2 läßt sich ein starkes Überwiegen der offenen Giftdrüsen feststellen, ich erinnere an das starke Unbehagen, das das Tier zur Schau getragen hat.

Als weiteres Glied der Reihe würde das Tier A aus dem Experiment II, das 45 Minuten lang im Exsikkator bestrahlt wurde, zu behandeln sein. Die offenen Schleimdrüsen haben bereits, der längeren Versuchsdauer entsprechend, ein Übergewicht erlangt. Das Verhalten der Giftdrüsen stimmt in beiden Versuchsreihen fast überein. Wenn bei den trocken bestrahlten Tieren nach der ersten Umkehr der Reaktion (nach 15 Minuten) im weiteren Verlauf der Bestrahlung die Zahl der geöffneten Schleimdrüsen zunimmt, läßt sich bei den feuchtbestrahlten Tieren (B) entsprechend der Versuchsdauer ein wachsendes Bestreben feststellen, die Schleimdrüsen zu schließen.

Es wurde noch in der Tabelle das Verhalten der Melanophoren beachtet, und zwar um außer der gesuchten noch eine andere Vergleichsgröße zu haben.

Tatsächlich ließ sich außer dem etwas fraglichen Tiere A_2 eine Übereinstimmung auch in dieser Beziehung in den beiden Versuchsreihen feststellen.

Es läßt sich also als Beantwortung der zweiten Frage, die zu diesem Versuch veranlaßte, die Tatsache feststellen, daß die Normalreaktion bei dem der Sonne ausgesetzten Laubfrosch in einem Schließen der Drüsen beruht (siehe Tab. Experiment I unter A_1).

Danach würde die Bedeutung der Schließvorrichtung beim Laubfrosch als Anpassung an die heliophile Lebensweise aufzufassen sein.

Von besonderem Interesse für diese Untersuchung schien die Frage zu sein, ob eine Schließvorrichtung, wie sie oben geschildert wurde, auch den Hautdrüsen anderer Hyliden zukommt und weiterhin, ob und in welchen Grenzen Schwankungen in der Hautdrüsenzahl sich feststellen lassen. Es konnte in dieser Richtung nur eine flüchtige, der Orientierung dienende Untersuchung angestellt werden. Außer den einheimischen Laubfröschen (*Hyla arborea* L.) standen mir noch solche derselben Spezies aus Palästina zur Verfügung und eine stattliche *H. infrafrenata* aus dem tropischen Neuguinea. Was die Drüsenzahlen betrifft, so waren die höchsten Werte in einer Hauteinheit bei den Laubfröschen aus Palästina zu zählen. Der Unterschied zwischen der mitteleuropäischen und palästinischen *Hyla* betrug im Durchschnitt in demselben Hautbezirk und bei gleich großen Tieren etwa 40 Drüsen in 1 qmm. Diese beträchtliche Abweichung ist insofern von sehr hohem Interesse, als die Laubfrösche der Mittelmeerländer im Zusammenhang mit den anderen klimatischen Bedingungen eine größere Vorliebe für das Wasser als die mitteleuropäische Stammart offenbaren (D ü r i g e n). Die Drüsenzahlen in der Haut der neuguineischen *H. infrafrenata* sind nicht ohne weiteres wegen des enormen Größenunterschiedes der Tiere mit den anderen vergleichbar. Ihre Zahl in einem qmm der Rückenhaut war um etwa 20 Drüsen größer als bei dem europäischen Laubfrosch, demnach sogar geringer als bei den Tieren aus Palästina. Betreffs der zweiten hier aufgeworfenen Frage muß gesagt werden, daß es zur Ausbildung eines besonderen „Schließapparates" bei der tropischen *H. infrafrenata* nicht gekommen ist. Dieser negative Befund ist aber sehr vielsagend, da es sich hier um einen Urwaldbewohner handelt, der aus einer sehr sumpfigen Gegend mit ganz extremen Belichtungs- und Feuchtigkeitsverhältnissen stammt.

Zusammenfassung des III. Teiles.

1. Sowohl die Bauch-, wie auch die Rückenhaut weist bei *Hyla arborea* außer den Gift- und Schleimdrüsen noch solche eines dritten Typus von unbekannter Funktion auf.
2. Dem Laubfrosch kommt in bezug auf die sehr hohe Drüsenzahl wie auch den Bau des Ausführungsganges unter den einheimischen Anuren eine Sonderstellung zu.
3. Der Ausführungsgang der Rückenhautdrüsen ist im Bereiche der Epidermis zu einem „Schließapparat" ausgebildet worden.
4. Der Schließapparat fällt der Häutung nicht anheim.
5. Zwei der an den Schließapparat angrenzenden Halszellen haben sich zu charakteristischen „Sockelzellen" umgewandelt.
6. Den Bauchhautdrüsen fehlt sowohl ein Schließapparat, wie auch das Sockelzellenpaar.
7. Bei dem tropischen Urwaldbewohner *H. infrafrenata* ist es zur Ausbildung eines Schließapparates nicht gekommen.

8. Der Drüsenersatz erfolgt bei *H. arborea*:
   1. durch Neubildung eines Drüsenbeutels nach dem embryonalen Modus an Stelle einer zugrunde gegangenen Drüse,
   2. durch äußere Knospen (Giftdrüsen),
   3. durch innere Knospen (Drüsen des 3. Typus) und
   4. durch Verschluß des Drüsenhalses (Zellwucherung an seiner Basis).

An dieser Stelle möchte ich meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. R. Hesse, auf dessen Anregung und unter dessen Leitung ich diese Untersuchungen unternehmen durfte, für den steten Beistand und das Interesse, das er dieser Arbeit entgegenbrachte, meinen herzlichsten Dank aussprechen.

Ebenso bin ich Herrn Prof. Dr. P. Krüger für seine anregende Teilnahme und Herrn Prof. Dr. O. Vogt für das liebenswürdige Anfertigenlassen der Photographien in seinem Institute zu bestem Dank verpflichtet.

Literaturverzeichnis.

Arnold, J.: Über Bau und Sekretion der Drüsen der Froschhaut; zugleich ein Beitrag zur Plasmosomen-Granulalehre. Archiv f. mikr. Anat. u. Entwickl. 1905. Bd. 65. S. 649—664.

Ascherson: Über die Hautdrüsen der Frösche. Archiv f. Anat., Physiol. u. wissensch. Med. Jahrg. 1840.

Brehms Tierleben (Lurche und Kriechtiere). 1912. Bd. 1. S. 164—328.

Dewitz, H.: Über das verschiedene Aussehen der gereizten und ruhenden Drüsen im Zehenballen des Laubfrosches. Biol. Zentralbl. 1883, Bd. 3. S. 558—560.

Dürigen, B.: Deutschlands Amphibien und Reptilien. Magdeburg 1897. S. 371—574.

Engelmann, Th. W.: Die Hautdrüsen des Frosches. Pflügers Archiv f. d. ges. Phys. 1872. Bd. 5. S. 498—538.

Gaupp, E.: Anatomie des Frosches (Ecker-Wiedersheim). 1904. Bd. 3. S. 443—591.

Gurwitsch, Alex.: Morphologie und Biol. der Zelle. Jena 1904. S. 211—226.

Haecker, V.: Phänogenetische Untersuchungen über die tierische Zeichnung. „Die Naturwissenschaften". 1927. Heft 35. S. 710—718.

Hoyer, H.: Über den Nachweis des Mucins in Geweben mittelst der Färbemethode. Archiv f. mikr. Anat. 1890. Bd. 36. S. 310—371.

Hesse, R.: Tiergeographie auf ökologischer Grundlage. Jena 1924. S. 27—50.

Junius, P.: Über die Hautdrüsen des Frosches. Archiv f. mikr. Anat. 1896. Bd. 47. S. 136—154.

Leydig, F.: Über die allgemeine Bedeckung der Amphibien. Archiv f. mikr. Anat. Bd. 12. 1876.

Derselbe: Die anuren Batrachier der deutschen Fauna. Bonn 1874.

Maurer, F.: Die Epidermis und ihre Abkömmlinge. Leipzig 1895.

Muhse, E. F.: The Cutaneous Glands of Common Toads. Amer. Journ. Anat. IX. S. 321—359.

Nirenstein, E.: Über den Ursprung und Entwicklung der Giftdrüsen von *Salamandra maculosa* nebst einem Beitrage zur Morphologie des Sekretes. Archiv f. mikr. Anat. 1908. Bd. 72. S. 47—140.

Nicoglu, Ph.: Über die Hautdrüsen der Amphibien. Zeitschr. für wissensch. Zool. 1893. Bd. 56. S. 409—482.

Openchowski, Th.: Histologisches zur Innervation der Drüsen. Pflügers Archiv f. d. ges. Physiol. 1882. Bd. 27. S. 223—232.

Physalix, M.: Repartition et Signification des glandes cutanées chez les Batraciens. Ann. sc. Nat. (9). 12. S. 183—201.

Pfitzner, W.: Die Epidermis der Amphibien. Morph. Jb. 1880. Bd. 6. S. 469—523.

Ranvier, L.: Morphologie du système lymphatique. De l'origine des lymphatiques dans la peau de la grenouille. Compt. rend. Acad. des sciences. T. 120. 1895.

Shipley, P. G. and B. Wislocki: The Histology of the Poison—Glands of *Bufo Agua* and its Bearing upon the Formation of Epinephrin within the Glands. Contributions to Embryology. Vol. III. No. 9. Publication N. 223 the Carnegie-Institution of Washington 1915. S. 73—90.

Schmidt, W. J.: Über die sog. Xantholeucophoren beim Laubfrosch. Archiv f. mikr. Anat. 1919/20. Bd. 93. S. 93—114.

Schneider, K. C.: Histologisches Praktikum der Tiere. Jena 1908.

Schuberg, A.: Über den Bau und die Funktion der Haftapparate des Laubfrosches. Arbeit. aus d. zool.-zootom. Inst. zu Würzburg. 1891. Bd. 10. S. 59—114.

Derselbe: Beiträge zur Kenntnis der Amphibienhaut. Zool. Jahrb. Abt. f. Anat. u. Ontog. d. Tiere. 1893. Bd. 6. S. 481—489.

Schulze, P.: Biologie der Tiere Deutschlands. Lieferung 7. 1923. S. 492—494.

Szymonowicz, L.: Histologie und mikroskopische Anatomie. Würzburg 1909. S. 40.

Talke, L.: Beitrag zur Kenntnis der Regenerationsvorgänge in den Hautdrüsen der Amphibien. Dissertation. Kiel 1900.

Tarchetti, C.: Beitrag zum Studium der Regeneration der Hautdrüsen bei *Triton cristatus*. Beitr. z. path. Anat. u. allg. Path. 1904. Bd. 35. S. 215—272.

Vollmer, E.: Ein Beitrag zur Lehre von der Regeneration speziell der Hautdrüsen der Amphibien. Archiv f. mikr. Anat. 1893. Bd. 42. S. 405—423.

Winterstein, H.: Handbuch der vergleichenden Physiologie. Physiol. des Stoffwechsels II². 1910—1924. S. 177—193.

Derselbe: Handbuch der vergleichenden Physiologie. Physiologie der Atmung I². S. 193—203.

Zepp, P.: Beiträge zur vergleichenden Untersuchung der heimischen Froscharten. Zeitschr. für Anat. u. Entw. Bd. 64. S. 85—180.

Tafel-Erklärung.

Taf. I.

Fig. 1. Schleimdrüse von *R. fusca*. Ok. 3. Obj. 6. 170 mm Tubuslänge. Zeichenapp.
„ 2. „ „ *R. esculenta*. Ok. 3. Obj. 6. 170 mm Tubuslänge. Zeichenapp.
„ 3. Schnitt durch die Haut einer älteren *Pelobates*-Larve. Ok. 3. $^1/_{12}$ Immers. Zeichenapp.
„ 4. Schleimdrüse von *Bombinator igneus*. Ok. 4. Obj. 6. 170 mm Tubuslänge. Zeichenapp.
„ 5. „ „ *Pelobates fuscus*. Ok. 4. Obj. 6. 170 mm Tubuslänge. Zeichenapp.
„ 6. „ „ *Bufo vulgaris*. Ok. 2. Obj. 6. 170 mm Tubuslänge. Zeichenapp.
„ 7. „ „ *R. fusca*. Ok. 3. Obj. 6. 170 mm Tubuslänge. Zeichenapp.
„ 8. Junger Drüsenbeutel von *R. fusca*. Ok. 4. Obj. 6. 170 mm Tubuslänge. Zeichenapp.

Fig. 1.

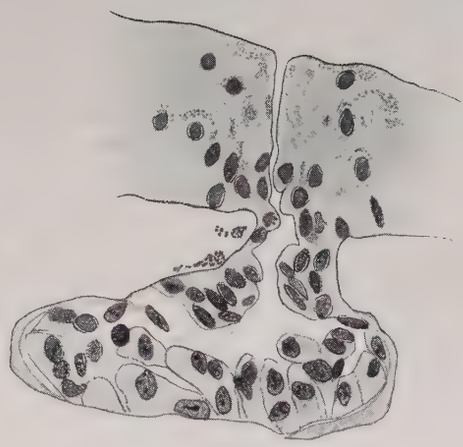


Fig. 2.

Fig. 4.

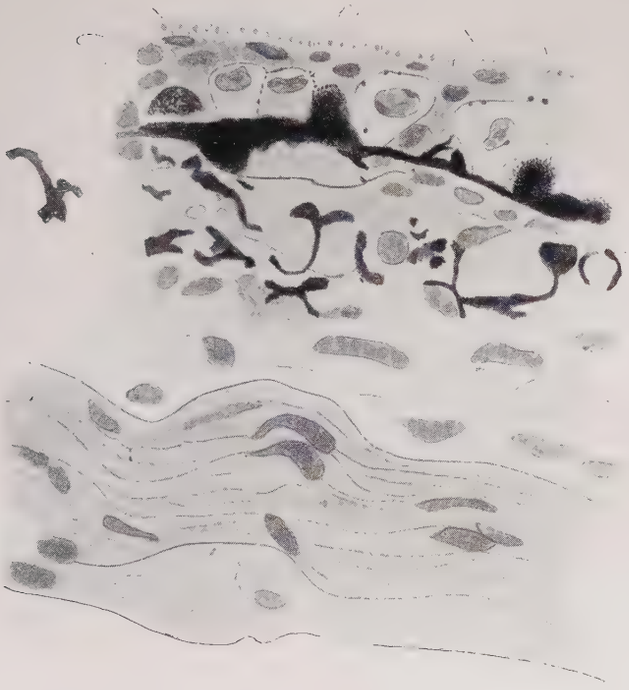


Fig. 3.

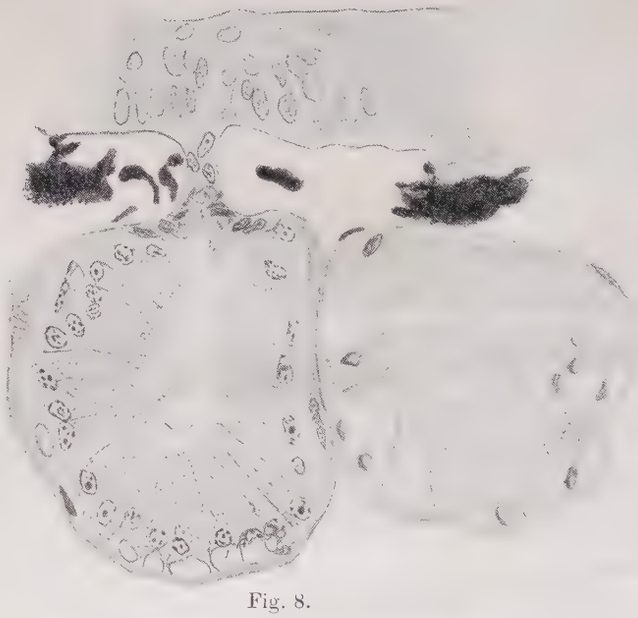


Fig. 8.

Fig. 5.

Fig. 6.

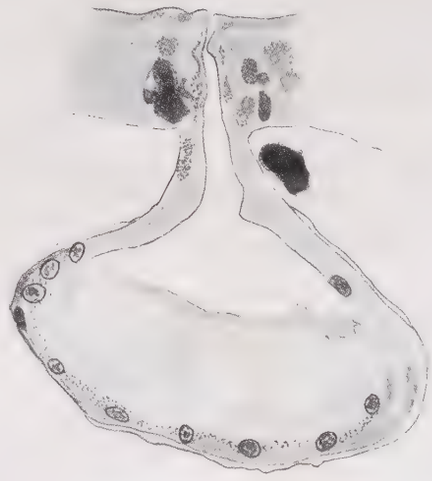


Fig. 7.

Tafel-Erklärung.

Taf. II.

Fig. 9. Junger Drüsenbeutel von *R. fusca*. Ok. 4. Obj. 6. 170 mm Tubuslänge. Zeichenapp.

„ 10. Schleimdrüsen von *R. fusca*. Ok. 2. Obj. 6. eingesenkter Tubus. Zeichenapp.

„ 11. Schleimdrüse von *R. fusca*. Ok. 3. Obj. 6. eingesenkter Tubus. Zeichenapp.

„ 12. „ „ *R. esculenta*. Ok. 3. Obj. 6. 170 mm Tubusl. Zeichenapp.

„ 13. „ „ *R. esculenta*. Ok. 3. Obj. 6. eingesenkter Tubus. Zeichenapp.

„ 14. *Hyla*, Giftdrüsen-Epithel mit Sekretkörnchen. Se — Sekret; Mu — Muskelbelag. Ok. 4. $^1/_{12}$ Immers. 170 mm Tubusl. Zeichenapp.

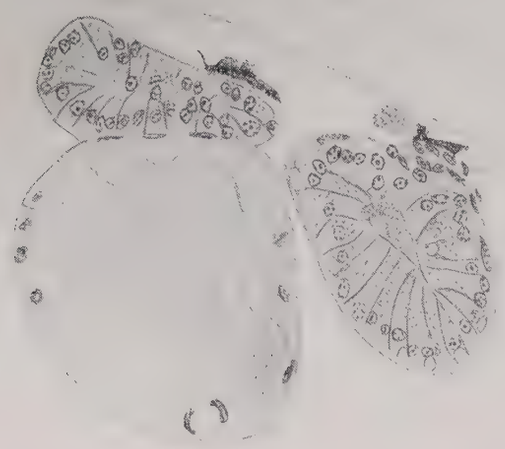


Fig. 9.

Fig. 10.

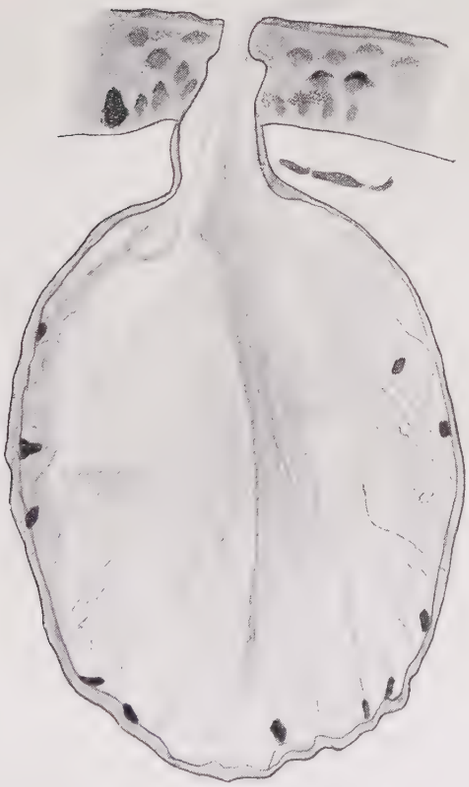


Fig. 11.

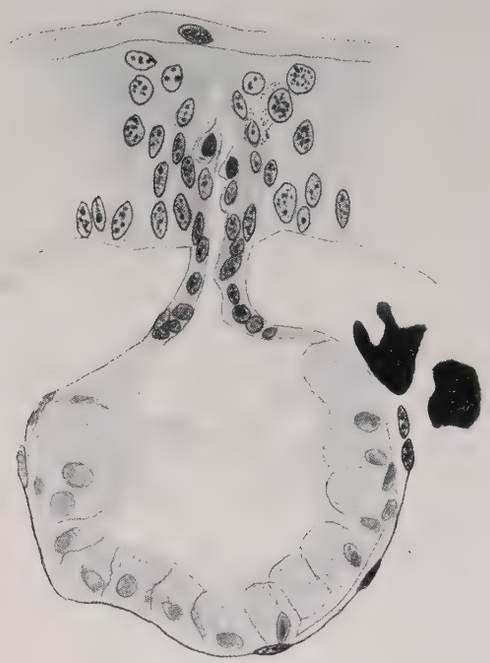


Fig. 12.

Fig. 13.

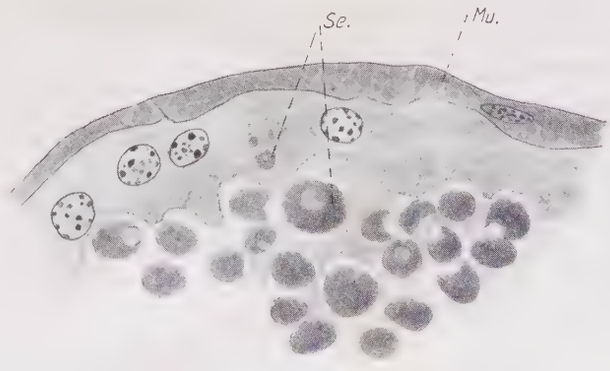


Fig. 14.

Tafel-Erklärung.

Taf. III.

Fig. 15. *Hyla*, Drüse der dritten Art, Rückenhaut. Ok. 2. Obj. 6. 170 mm Tubusl. Zeichenapp.

„ 16. *Hyla*, Drüse der dritten Art, Bauchhaut. Ok. 2. Obj. 6. 170 mm Tubusl. Zeichenapp.

„ 17. *Hyla*, Epithel einer Drüse der dritten Art. Ok. 4. $^1/_{12}$ Immers. 170 mm Tubusl. Zeichenapp.

„ 18 und 19. *Hyla*, Querschnitte durch oberen Teil d. Schließapp. Schl — Schließzelle; N — Nebenzelle; N_1 und N_2 — Seitennebenzellen. Ok. 4. $^1/_{12}$ Immers. 170 mm Zeichenapp.

„ 20. *Hyla*, Längsschnitt durch den Schließapp. einer Schleimdrüse. Ok. 4. Obj. 6. 170 mm Zeichenapp.

„ 21. *Hyla*, Hornüberzug eines Ausf.-Ganges (schief geführter Schnitt). Ok. 4. $^1/_{12}$ Immers. 170 mm Zeichenapp.

„ 22. *Hyla*, Schließapp. einer Schleimdrüse (Schnitt an der Peripherie). Ok. 4. Obj. 6. 170 mm Zeichenapp.

„ 23 a. *Hyla*, Sich öffnende Schleimdr. im mittl. Längsschnitt. Ok. 4. Obj. 6. 170 mm Zeichenapp.

„ 23 b. *Hyla*, Dieselbe Drüse an der Peripherie. Ok. 4. Obj. 6. 170 mm Zeichenapp.

„ 24. *Hyla*, Querschnitt durch den basalen Teil des Schließapp. Ba Ho — basale Hornleiste. Ok. 4. $^1/_{12}$ Immers. 170 mm Zeichenapp.

Fig. 15.

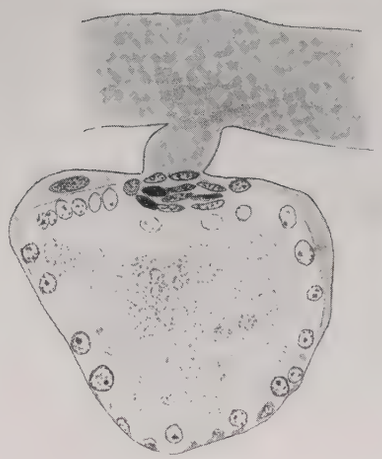


Fig. 16.

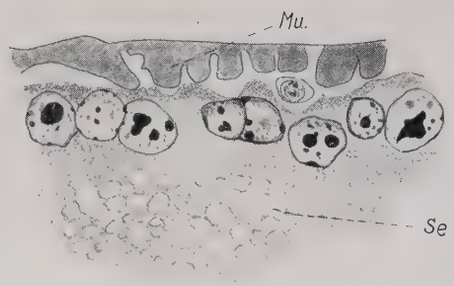


Fig. 17.

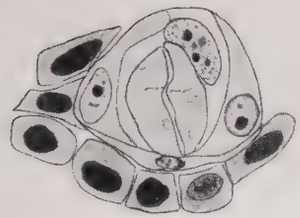


Fig. 18.

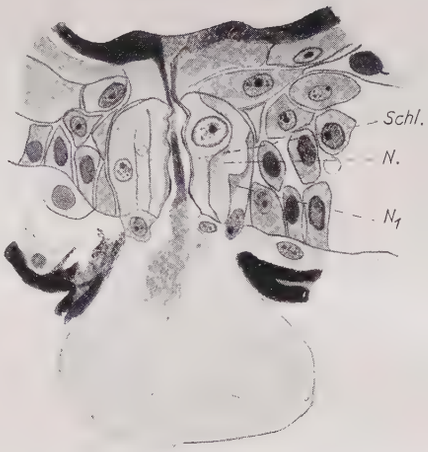


Fig. 20.

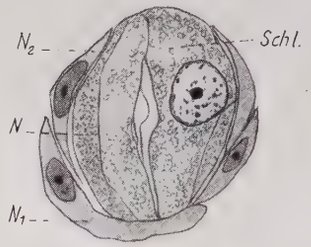


Fig. 19.

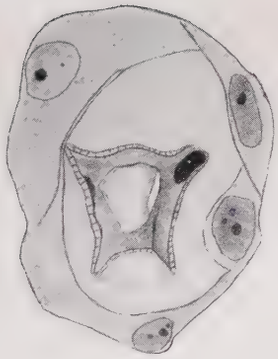


Fig. 21.

Fig. 22.

Fig. 23b.

Fig. 23a.

Fig. 24.

Tafel-Erklärung.

Taf. IV.

Fig. 25. *Hyla*, Schließapp. peripher getroffen. Ok. 4. $^1/_{12}$ Immers. 170 mm Zeichenapp.
„ 26. *Hyla*, Geschlossener Schließapp. Ok. 4. $^1/_{12}$ Immers. 170 mm Zeichenapp.
„ 27. *Hyla*, Offener Ausf.-Gang einer Giftdrüse mit Sockelzellen. Ok. 4. Obj. 6. Zeichenapp.
„ 28. *Hyla*, Offener Ausf.-Gang. Ok. 4. $^1/_{12}$ Immers. 170 mm Zeichenapp.
„ 29. *Hyla*, Geöffnete Schleimdr. Ok. 4. Obj. 6. 170 mm Zeichenapp.
„ 30. *Hyla*, Schließapp. mit Sockelzellen So. Ok. 4. Obj. 6. 170 mm Zeichenapp.
„ 31. *Hyla*, Schließapp. einer Giftdr. Ok. 4. $^1/_{12}$ Immers. 170 mm Zeichenapp.
„ 32. *Hyla*, Schleimdr. d. Bauchhaut. Ok. 4. Obj. 6. 170 mm Zeichenapp.
„ 33. *Hyla*, Regeneration einer Drüse der dritten Art. Ok. 2. Obj. 6. 170 mm Zeichenapp.

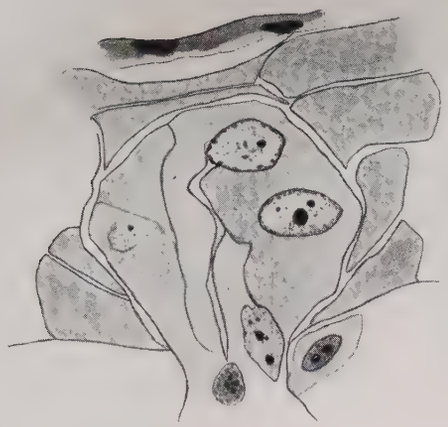


Fig. 25.

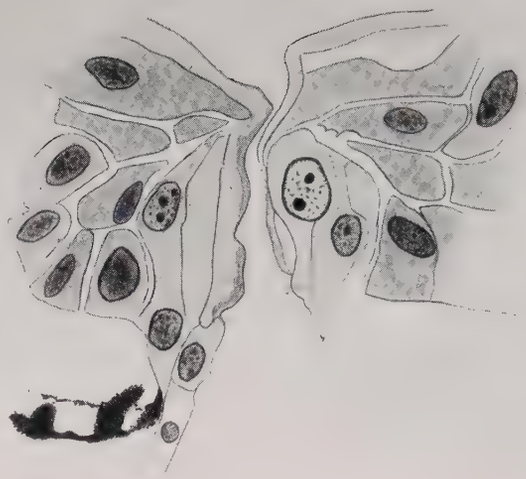


Fig. 26.

Fig. 29.

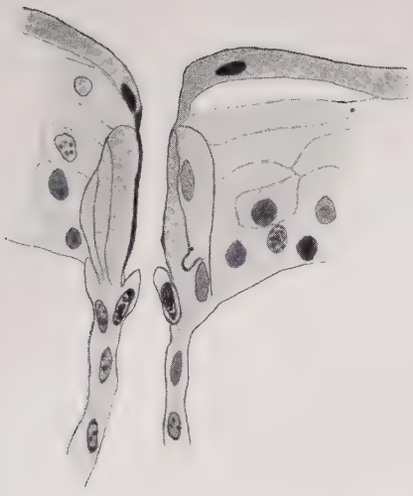


Fig. 27.

Fig. 28.

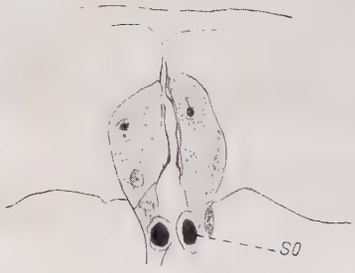


Fig. 30.

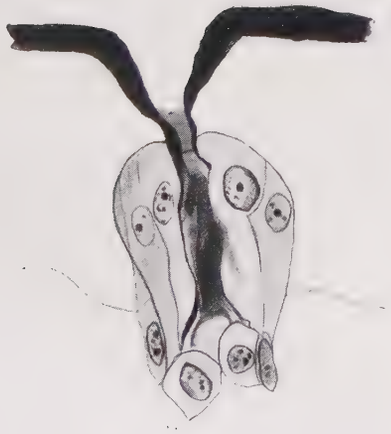


Fig. 31.

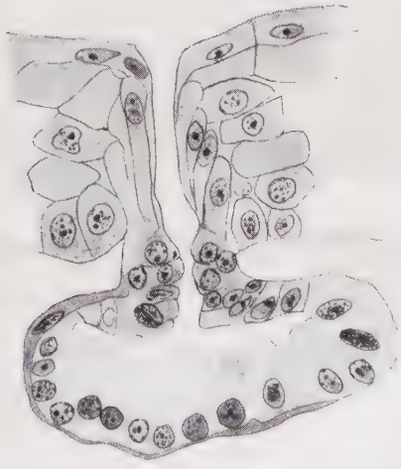


Fig. 32.

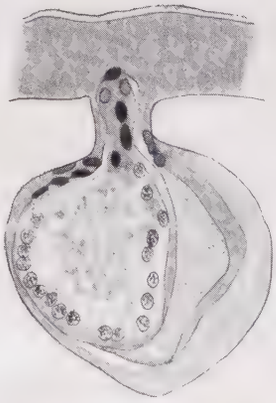


Fig. 33.

Lebenslauf.

Ich, E s t e r a T e n e n b a u m, wurde am 27. Januar des Jahres 1904 zu Warschau (Polen) geboren. Ich besuchte das Mädchen-Gymnasium zu Lodz, das ich im Jahre 1921 mit dem Reifezeugnis verließ.

Vom 20. September 1921 war ich an der Universität in Krakau bei der Philosophischen Fakultät immatrikuliert. Im Laufe von fünf Trimestern besuchte ich die naturwissenschaftlichen Vorlesungen und verließ die Universität im März 1923.

Im Mai 1923 kam ich nach Berlin, wo ich an der Universität bei der philosophischen Fakultät mit der Kleinmatrikel eingetragen wurde. Nachdem ich im Oktober 1925 die Ergänzungsprüfung bestanden habe, wurde mir die Großmatrikel gewährt.

Im Wintersemester 1926/27 habe ich eine wissenschaftliche Untersuchung unter der Leitung des Herrn Prof. Dr. R. H e s s e begonnen, die ich im Sommer 1928 abgeschlossen habe.

Estera Tenenbaum.